

11-169/2

ISSN 0002-3124

АЗЭРБАЙЧАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ХӘБӘРЛӘР ИЗВЕСТИЯ

ЈЕР ЕЛМЛӘРИ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

1 • 1982

АЗƏРБАЙҘАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫНЫН

Х Ə Б Ə Р Л Ə Р И

И З В Е С Т И Я

АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ЈЕР ЕЛМЛƏРИ СЕРИЈАСЫ

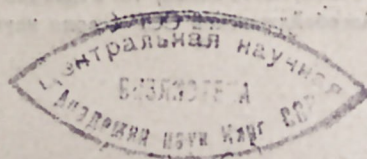
★

СЕРИЯ НАУК О ЗЕМЛЕ

1

1982

ЭЛМ. НƏШРИЈАТЫ – ИЗДАТЕЛЬСТВО ЭЛМ
БАКЫ – БАКУ



УДК 553.981/2 (262—81)(—13)

Ш. Ф. МЕХТИЕВ, З. А. БУНИАТ-ЗАДЕ, А. А. НАРИМАНОВ

О ВОЗМОЖНОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СВЕРХГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ ГОРИЗОНТОВ ЗАПАДНОГО ШЕЛЬФА ЮЖНОГО КАСПИЯ

Бурное развитие нефтегазодобычи, обусловленное постоянно растущей потребностью в нефти и углеводородных газах, естественно, приводит к интенсификации поисково-разведочных буровых работ на нефть и газ как в новых районах, так и при освоении больших глубин. В этой связи с позиций геолого-экономической целесообразности постоянно возрастает актуальность вопроса поиска глубокопогруженных нефтегазоконденсатных скоплений, особенно в освоенных нефтегазодобывающих районах, характеризующихся высокой степенью разведанности верхней части разреза осадочной толщи, сложившейся технической базой и высококвалифицированными специалистами. Но как справедливо указывал акад. А. В. Сидоренко [16], «найти в так называемых «старых» добывающих районах новые месторождения... очень сложная задача, требующая научного пересмотра традиционных геологических концепций для данного района, новых научных обоснований».

В настоящей работе сделана попытка обосновать возможность выявления не только в глубоких, но и в сверхглубоких горизонтах Южно-Каспийской впадины, промышленных скоплений углеводородов как в газовой, так и в жидкой фазах. При этом к глубокопогруженным горизонтам и залежам относятся таковые на глубинах более 4,5 км, а к сверхглубоким — залегающие на глубинах свыше 6,0 км.

К настоящему времени практически во всех районах с развитыми осадочными чехлами отмечается тенденция к увеличению средних глубин поисковых и разведочных скважин [1, 3, 12, 18]. Такая переориентация поисков нефтегазовых скоплений нередко приводит к открытию новых глубокопогруженных залежей и местоскоплений. Примечательно, что на 1980 г. скважины глубиной более 4,5 км имелись почти в 70-ти странах, в 15-ти из них объемы бурения на эти глубины довольно значительны.

Как показано в работе [12], в мире уже выявлено около 800 залежей нефти, конденсата и газа, полностью или частично залегающих на глубинах более 4,5 км; а глубина в 7 км уже пройдена в 40 скважинах. За рубежом около 500 таких залежей открыто в США, где они распределены в широком стратиграфическом диапазоне от плиоцена до кембро-ордовика. Первая глубокая скважина была пробурена здесь в 1938 г. на местоскоплении Уоско в Калифорнии, а максимальная глубина нефтегазописковой скважины (9583 м) достигнута в скважине Берта-Роджерс I во впадине Анадарко (штат Оклахома). Промыш-

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ: М. Т. Абасов (главный редактор), Р. А. Абдуллаев, Р. Н. Абдуллаев, Г. А. Алиев, А. А. Али-заде, Ак. А. Али-заде, Б. А. Будагов, М. П. Гули-заде, Г. И. Джалалов (ответственный секретарь), К. Н. Джалилов, Т. А. Исмаил-заде, Ш. Н. Мамедов, Ш. Ф. Мехтиев, А. Д. Султанов, Э. М. Шекниевский, Э. Ш. Шихалибеков (зам. главного редактора), Э. М. Шихалинский (зам. главного редактора).

© Издательство «Элм», 1982 г.

Адрес: г. Баку, Коммунистическая, 10. Редакция «Известий Академии наук Азербайджанской ССР (серия наук о Земле)».

ленная нефтеносность в США уже установлена на максимальной глубине 6540 м на местоскоплении Лейк-Вашингтон в дельте р. Миссисипи, а промышленная газовая залежь установлена в 1977 г. [15] в скважине «Рас Ледбеттер № 1» местоскопления Миллс-Ранч во впадине Анадарко на глубине 7448—8098 м (что является общемировым рекордом продуктивности) из перфорированного интервала пласта эрбакл кембро-ордовика, давшего газ с суточным дебитом в 70,7 тыс. м³.

В Советском Союзе первая глубокая скважина (4812 м) была пробурена в 1956 г. в Азербайджане на апшеронском местоскоплении Зиря, наиболее глубокая нефтегазопроисковая скважина Шевченко I (7520 м) пробурена в 1978 г. в Складчатых Карпатах. К настоящему времени в СССР нефтегазовые скопления на глубинах более 4,5 км уже выявлены и разрабатываются в Южно-Каспийской, Прикаспийской, Днепровско-Донецкой и Вилуйской впадинах, в Западном и Восточном Предкавказье, на севере Западной Сибири и ряде других районов, а наиболее глубокопогруженные залежи нефти и газа здесь выявлены в Азербайджане, где они в основном сосредоточены в пределах Западного шельфа Южного Каспия. Так, на площади о. Булла в скважине № 554 с глубины 5755 м получена нефть, а на соседней площади Булла-море в скважине № 38 с глубины 6172 м получена газоконденсатная продукция [19].

Примечательно, что на рассматриваемом Западном шельфе Южного Каспия, где сосредоточено большинство пробуренных и бурящихся на акваториях Евразии глубоких и сверхглубоких скважин, средняя глубина законченных в 1980 г. строительством 10-ти скважин составила 5760 м. Глубокое поисковое бурение здесь проведено на 17-ти площадях, на 8-ми из них эти работы продолжаются, а на 5-ти площадях в разные годы выявлены нефтегазовые залежи в отложениях среднеплиоценовой продуктивной толщи: Сангачалы-море, Дуванный-море, о. Булла, Булла-море и о. Гарасу, причем первые три площади объединяются в единую валоподобную структуру с нефтегазовой залежью в V, нефтегазоконденсатной — в VII и газоконденсатной — в VIII горизонтах.

По мере накопления новой геолого-геофизической информации об особенностях геологического строения глубокопогруженных горизонтов осадочного комплекса земной коры Южно-Каспийской впадины проблема выявления глубокозалегающих нефтегазовых скоплений рассматривалась рядом исследователей [2, 9, 7]. На настоятельную необходимость ведения поисково-разведочных работ и их перспективность в освоении углеводородных скоплений на больших глубинах, особенно в старых нефтегазоносных регионах с ограниченным фондом неразбуренных структур, указывали И. П. Жабрев с соавторами [18], показавшие на основе анализа геологического строения перспективных земель СССР на срезе 5 км, что Южно-Каспийская впадина относится к наиболее перспективным на газ и нефть.

Для всех нефтегазоносных провинций с мощным осадочным чехлом, в том числе и для рассматриваемой акватории, различными исследователями устанавливается вертикальная зональность распределения углеводородных скоплений с выделением «разделяющей линии» — рубежа, приурочивая к ней критическую глубину залегания нефти. Примечательно, что по мере накопления новых фактических

данных, величина этой глубины характеризуется тенденцией постепенного увеличения от 2 до 5—8 км. В то же время считается (Михайлова, 1974; Шмайс, 1974 и др.), что для гранулярных коллекторов эта глубина в основном не превышает 4,5—5,5 км, главным образом, потому, что уплотнение пород уже на этих глубинах приводит, с одной стороны, к практической непроницаемости песчаников, а с другой — к ухудшению флюидоупорных качеств перекрывающих глинистых покровов ввиду возникающей трещиноватости.

В этой связи, при ведении глубоких поисковых буровых работ на перспективных площадях с целью выявления нефтегазоносности глубокозалегающих горизонтов первостепенное значение приобретает не вопрос генетической привязанности углеводородов, а достоверное прогнозирование возможного нахождения ловушки-коллектора со всеми свойственными ей признаками, содержащей извлекаемые скопления углеводородов промышленного значения, и возможного наличия (сохранности) в этой ловушке, с позиций физико-химических условий существования, скоплений углеводородов в том или ином фазовом состоянии.

Возможность выявления залежей нефти ниже известных глубин залегания газоконденсатных скоплений имеет также немаловажное значение и при постановке поискового бурения. Практика ведения поисково-разведочных работ на больших глубинах в среднеплиоценовых отложениях Южно-Каспийской впадины установила эмпирическую закономерность подтверждаемости структур с глубиной, т. е. практическую неизменность структурных планов кровли и свит подошвенной части мощной (до 5,0—5,5 км) продуктивной толщи. В связи с этим выбор глубокозалегающего поискового объекта в среднем плиоцене, исходя из отмеченной зависимости, вполне оправдан даже по отношению к неподготовленным к бурению площадям при условии наличия достаточной информации относительно общей геологической ситуации района (степени дислоцированности структур, мощности верхнего отдела, типа осадков, выраженности потенциально-углеводородсодержащих горизонтов и т. п.).

Эта закономерность в прослеживаемости структур по всему вертикальному сечению среднего плиоцена стала возможной ввиду относительной инертности в тектоническом плане бассейна осадконакопления на протяжении всего среднего плиоцена. Согласно исследованиям (Нариманов 1981), влияние подстилающей олигоцен-миоценовой складчатости на вышележащие породы сказывается в основном до кирмакинской свиты, после которой время среднего плиоцена характеризуется относительным спокойствием, вследствие чего дислоцированность слоев хорошо изученного верхнего отдела за весь период обычно не превышает 5—6°. Эта особенность свойственна всем структурам районов интенсивного развития продуктивной толщи, каковыми являются Нижнекуринская депрессия, Бакинский архипелаг, южная часть Апшеронского архипелага и Апшероно-Прибалханская зона поднятий, т. е. наиболее прогнутая часть геосинклинального бассейна среднего плиоцена.

По мере изучения более глубокозалегающих отложений все ярче проявляется уникальность впадины Южного Каспия и, прежде всего, обширной области ее западного шельфа (в современных границах), где помимо большой мощности кайнозойского осадочного чехла внима-

ние многочисленных исследователей привлекают здесь особенности термобарических условий среднеплиоцен-современного комплекса слагающих его пород. Первостепенная причина этой уникальности обусловлена высокой глинистостью разреза (доходящей в среднем плиоцене до 90%) и сверхвысокой скоростью погружения (в среднем до 950 м/млн. лет), что привело к задержке оттока поровых вод из глин (Дурмишьян, Халилов, 1972) и неуплотнению пород в целом. Совокупность этих факторов в свою очередь обусловила такие наблюдаемые здесь специфические явления, как аномально низкая прогреваемость пород и высокие пластические и поровые давления в них. (Здесь небезынтересно было бы напомнить, что, по мнению А. А. Арбатова и А. В. Кондакова (1976), глины, сохранившие на глубине пористость в результате задержки оттока воды, могут, при благоприятных условиях, служить даже резервуарами для промышленных скоплений нефти и газа. При этом вспоминается, что в 60-х годах при бурении гидрогеологической экспедицией (начальник — М. Г. Джафаров) Управления геологии Совета Министров Азербайджанской ССР скважин на воду в Ленкоранском районе были извлечены многочисленные образцы глин майкопской свиты, не только издававшие запах нефти, но нередко и насыщенные ею. Но этот вопрос требует отдельного специального рассмотрения).

В самое последнее время (1978—1981 гг.) в результате изучения разреза вскрытых сверхглубокими скважинами отложений (посредством электрокаротажных и в особенности лабораторных исследований отобранного на этих глубинах кернового материала) стало возможным пересмотреть установившиеся взгляды относительно глубины развития гранулярных коллекторов, могущих служить аккумуляторами промышленных скоплений нефти и газа.

Весьма интересны сведения о коллекторских свойствах и петрографическом составе образца песчаника, поднятого в скважине № 1 площади банка Андреева из V горизонта продуктивной толщи с глубины 6036—6037 м. Лабораторный анализ показал, что этот образец, на 80% состоящий из зерен кварца при 26% глинистости и 9% карбонатности, обладает пористостью в 20% и неплохой проницаемостью в 0,0147 мкм². Для сравнения можно привести характеристику коллекторских свойств VII горизонта продуктивной толщи местоскопления Сангачалы-море—Дуваный-море—о. Булла: пористость — 17,7—23,6% и проницаемость — 0,0051—0,5508 мкм² (18).

Данные исследований немногочисленного кернового материала из VI горизонта газоконденсатного местоскопления Булла-море показали, что его породы в интервале 5200—6200 м характеризуются пористостью до 18,3% и проницаемостью до 0,76 мкм². При этом отобранные образцы песчаников зачастую оказывались не только не уплотненными до непроницаемого состояния, но и очень слабо сцементированными в связи с малым содержанием карбонатов и незначительной глинистостью.

В пределах рассматриваемого шельфа залегание на больших глубинах таких слабосцементированных песчаников и даже неуплотненных песков не представляет собой единственное исключение. Так, в скважине № 1 площади им. Самедова из VIII горизонта балаханской свиты с глубины 6120—6121 м был поднят уцелевший от рассыпания образец слабоуплотненного алевро-глинистого песчаника с содер-

жением песчаного материала в объеме 61,8% при глинистости в 22,7% и карбонатности всего в 3%, почти половина (48%) алевро-песчаного материала этого образца состояла из мелких кварцевых зерен. Примечательно, что несмотря на большую глубину залегания образец этот характеризовался довольно высокой (14,8%) пористостью и неплохой (0,0072 мкм²) проницаемостью.

Исходя из апробированных расчетных данных (Ахунд-заде и др., 1981) о граничных минимальных значениях пористости (6%) и проницаемости (0,0013 мкм²) для промышленно нефтегазоносного VII горизонта местоскопления Сангачалы-море—Дуваный-море—о. Булла, можно утверждать, что вышеприведенные фактические данные о фильтрационно-емкостных параметрах глубоководных песчаных пород продуктивной толщи свидетельствуют о наличии под дном Западного шельфа Южного Каспия на глубинах свыше 6 км хороших гранулярных коллекторов, способных содержать промышленные скопления как газа, так и (что следует особо подчеркнуть) нефти.

На недоуплотнение песчаников немаловажное значение оказывает факт существования в коллекторах избыточного пластового давления (ИПД), на что обратили внимание и Н. Ю. Халилов и Э. С. Балаев (1981). Неизменное прослеживание ИПД в коллекторах и слабое уплотнение последних в вертикальном сечении разреза наталкивает на мысль о возможности наличия хороших гранулярных коллекторов (по крайней мере в среднем плиоцене) на довольно больших (до 9 км) глубинах, которые уже в ближайшем будущем могут представить практический интерес в смысле поиска скоплений как газа, так и нефти.

Для недр дна рассматриваемого Западного шельфа Южного Каспия несостоятельными оказались и утверждения о потере глинами с погружением своих флюидоупорных свойств. И причиной этому опять же вода — межпоровая и внутрикристаллическая, а наличие в глинах на глубинах свыше 6 км монтмориллонита, характеризующегося свойством высвобождать межплоскостную воду при трансформации под воздействием растущей температуры, может служить еще одним подтверждением сохранения глинами на этих глубинах качеств флюидоупора [5]. Эти теоретические предпосылки в совокупности с фактическими данными о свойствах глин покровок, удерживающих на глубине почти 6200 м залежь газа с конденсатом, обладающую ИПД (VII горизонт местоскопления Булла-море), однозначно свидетельствуют о фактическом прослеживании на глубины более 6 км глинистых покровок, способных перекрыть не только нефтяные, но и газовые залежи.

Для Апшеронского полуострова убедительно показано [10], что углеводородные скопления в горизонтах и свитах продуктивной толщи первоначально сформировались в одну вертикальную фазу миграции в среднеапшеронское время, после чего эти залежи перераспределялись и дополнялись в 3 последующие фазы активной миграции углеводородов. Последующими исследованиями [6] была показана аналогичность времени миграционной активности и для Западного шельфа Южного Каспия. На деформирование в результате вертикальной миграции первоначальной зональности в распределении углеводородных скоплений указывали также И. П. Жабрев и др. [8], рекомендовавшие именовать вновь возникшую зональность морфоло-

гической или миграционной. Отсюда следует, что при планировании поисково-разведочных работ на нефть и газ, наряду с выяснением принадлежности объекта поиска к определенной зоне, необходимо принимать во внимание и влияние вертикальных перетоков флюидов.

Вышеизложенное приводит к выводу о том, что проведение на определенной глубине разреза исследованного интервала осадочного чехла граничной зоны (рубежа) между распространением углеводородов в жидкой и газовой фазах находится в противоречии с полученными в последние годы фактическими данными, в частности, по среднеплиоценовому комплексу впадины Южного Каспия, однозначно показывающими на открытие в глубокозалегающих базисных свитах продуктивной толщи скоплений нефти при наличии в коллекторах вышележащих свит скоплений в основном газообразных углеводородов. Так, на площади Южная-2 скважиной № 2 газоконденсатная залежь выявлена в свите НКП в интервале 4690—4740 м, а ниже из интервала 5135—5170 м отложений КаС получен приток нефти. То же самое и на местоскоплении Бахар, где из свиты ПК с глубины ниже 5200 м в скважинах № 56 и 73 получен фонтанный приток нефти, тогда как вышележащая свита НКП является газоконденсатной. Слабый приток нефти получен и в скважине № 543 площади Сангачалы-море из интервала 5683 — 5701 м свиты ПК, тогда как свита НКП здесь также содержит газ с конденсатом.

Отсутствие в исследованном интервале осадочного комплекса земной коры впадины Южного Каспия чистых зон нефте- и газонакопления зависит как от характера миграции углеводородов, так и от взаимного перехода жидкой и газовой фаз. Что же касается рубежа, ниже которого отмечается преобладающее содержание углеводородов в газовой фазе, то для каждого конкретного нефтегазосносного района он должен рассматриваться сугубо индивидуально. При этом, как справедливо указывают В. Ф. Раабен и др. [14], соотношение жидких и газообразных углеводородов будет находиться в прямой зависимости от особенностей геологического развития нефтегазосносных бассейнов, стратиграфической приуроченности нефтегазосодержащих отложений, термобарических условий, наличия ловушек, их герметичности и других факторов.

«Критическую», максимальную для нефти глубину, ниже которой должен произойти ее переход в газовую фазу, различные исследователи оценивают по-разному, но в основном эта величина приходится на интервал 6—8 км. При этом все без исключения считают основным «разрушителем» нефти температуру. В последнее время, благодаря новым фактическим данным и результатам новейших исследований, многие исследователи (Хант, 1975; Вассоевич, 1976; Горшков, 1978 и др.) признают критической для нефти температуру в 200°C. Использование выведенной (Нариманов, 1981) средней для Западного шельфа Южного Каспия величины геотермической ступени в 2,1°C/100 м, которую в практических целях можно использовать с глубины 5 км с фактической прогреваемостью пород около 110°C [11], позволяет определить глубину возможного перехода здесь углеводородных скоплений из жидкого нефтяного состояния в газовое — более 9 км.

Таким образом, все вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что в пределах Западного шельфа Южного Каспия практический интерес промышленных скоплений не только газа, но и нефти в грану-

лярных коллекторах среднего плиоцена представляют глубины до 9 км, скорейшее освоение которых позволит в значительной степени нарастить извлекаемые ресурсы газа и нефти, что особенно важно для рассматриваемого района с налаженным нефтепромысловым хозяйством и высококвалифицированными специалистами.

Литература

1. Аксенова Е. Г., Алексеев Г. И., Алешина З. И. и др. Перспективы открытия нефтегазовых месторождений на больших глубинах. М., ВНИИОЭНГ, 1973.
2. Али-заде А. А., Алиев А. К., Надиров С. Г., Зейналов М. М. Перспективы поисков и разведки нефтяных и газовых залежей в Азербайджане, залегающих на глубинах 5—7 тыс. м. АНХ, 1971, № 4.
3. Аругюнова Н. М., Высоцкий Н. И., Грдзелов А. И. и др. Поиски нефти и газа на больших глубинах за рубежом. Обзорная информация, серия «Нефтегазовая геология и геофизика», М., ВНИИОЭНГ, 1978.
4. Ахунд-заде А. М., Нариманов А. А., Стуганов Ю. А. Оценка кондиционных значений параметров коллекторов VII горизонта месторождения Сангачалы—Дуваный-море — о. Булла. АНХ, 1981, № 2.
5. Белов Н. В., Эхус И. Д., Зубковская Е. И. и др. Набухающий минерал глубокопогруженных отложений плиоцена Бакинского архипелага. «ДАН СССР», т. 243, 1978, № 3.
6. Буниат-заде З. А., Нариманов А. А. О главных фазах миграции углеводородов. «ДАН Азерб. ССР», 1981, № 11.
7. Велиев М. М., Нариманов А. А. К вопросу о поисках залежей нефти и газа на Бакинском архипелаге на глубинах свыше 5 км. В сб. «Материалы республиканской научно-теоретической конференции по геологии и разработке нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений», Баку, «Элм», 1980.
8. Жабров И. П., Ермаков И. В., Орел В. Е. и др. Генезис газа и прогноз газоносности. Геология нефти и газа, 1974, № 9.
9. Керимов А. А., Абдурашитов Ч. У., Мустафаева Т. М. Перспективы нефтегазосносности различных стратиграфических горизонтов на больших глубинах (4—7 км) в Азербайджане. «Изв вузов, серия «Нефть и газ», 1979, № 7.
10. Мехтиев Ш. Ф. Проблемы генезиса нефти и формирования нефтегазовых залежей. Баку, Изд-во АН Азерб. ССР, 1969.
11. Мехтиев Ш. Ф., Буниат-заде З. А., Нариманов А. А. Об особенностях геотермического поля Западного шельфа Южного Каспия. АНХ, 1981, № 9.
12. Миронцев Ю. П., Печников В. В. Экономические и методические проблемы геологоразведочных работ на нефть и газ на больших глубинах (отечественный и зарубежный опыт). Обзорная информация. ВИЭМС, М., 1981.
13. Нариманов А. А. Влияние геологического развития Кичик-Андреевского прогиба Бакинского архипелага на формирование нефтегазоконденсатных залежей. АНХ, 1980, № 10.
14. Раабен В. Ф., Моделевский, М. С., Парнов Б. И. О физико-химическом состоянии скоплений углеводородов на больших глубинах. РИТС, серия «Нефтегазовая геология и геофизика», М., ВНИИОЭНГ, 1971, № 5.
15. Рич Мак-Нелли. Бурение глубочайшей продуктивной скважины. «Инженер-нефтяник», М., «Недра», 1978, № 3.
16. Сидоренко А. В. Пятилетка качества в геологии. «Наука и жизнь», 1978, № 1.
17. Халилов Н. Ю., Балаев Э. С. Влияние АВПД на параметры коллекторов и глин на площадях Бакинского архипелага. В сб.: «Освоения ресурсов нефти и газа на морских месторождениях». ЭИ ВНИИЭгазпром, вып. 6, 1981.
18. Юсуф-заде Х. Б. Разработка и разведка морских нефтегазовых месторождений (на примере месторождений Каспийского моря). Баку, Азернешр, 1979.
19. Юсуф-заде Х. Б. Итоги геологоразведочных работ за десятилетие пятилетку и задачи одиннадцатой пятилетки на акватории Каспийского моря. АНХ, 1981, № 3.

Ш. Ф. Мехдиев, З. Ә. Бунјадзаде, А. Ә. Нариманов

ЧӘНУБИ ХӘЗӘРИН ГӘРБ ШЕЛФИНИН ЧОХ ДӘРИН НОРИЗОНТЛАРЫНЫН НЕФТ-ГАЗЫЛЫҒЫ ҺАҒТЫНДА

Һазырда дунјанын чөкмә сүхурлар өртүҗү олан нефтли-газлы районларында ахтарыш вә кәшфијат гујуларынын орта дәринулији кет-кедә артыр. Бунун нәтичәсиндә чох дәрин горизонтларда нефт вә газ жығымлары кәшф едилір.

Мәҗаләдә Чәнуби Хәзәр чөкәклијинин тәкчә дәрин јох (4,5—6,0 км), чох дәрин (6,0—9,0 км) горизонтларында да сәнајә әһмијјәтли карбоһидроген жығымларынын мүмкүн олмасы әсәсләндирылыр.

Мүәллифләрин фикринчә Чәнуби Хәзәрин гәрб шелфинин орта плюосен гранулјар коллектор сүхурларында 9 км дәринулијә гәдәр тәкчә газ јох, нефт јатағларынын да олмасы мүмкүндүр.

Sh. F. Mekhtiev, Z. A. Buniat-Zade, A. A. Narimanov

ON POSSIBLE OIL AND GAS CONTENT OF SUPERDEEP-SEATED HORIZONS OF THE WEST SHELF IN THE SOUTH-CASPIAN BASIN

Tendency to the increase of middle depths of prospecting and exploring wells is marked practically in all oil-bearing regions of the world with developed sedimentary cover up to recent time. Such reorientation of prospecting of oil and gas accumulations often brings to the discovery of new deep-submerged pools and accumulation place.

Attempt has been made to substantiate the possibility of exposure of commercial accumulation of hydrocarbon not only in deep (4500—6000 m) but in super-deep horizons of (6000—9000) of the South-Caspian basin as well.

In opinion of the authors within the west shelf of the South-Caspian basin depths are of practical interest as minimum up 9 km with the point of view of exposure of commercial accumulations of not only gas but also oil in granular commutators of the middle Pliocene as well.

АЗӘРБАЈҶАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН ХӘБӘРЛӘРИ
Јер елмләри серијасы, 1982, № 1

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР
Серия наук о Земле, 1982, № 1

ДК [553.98+553'3/9] (479.24)

Ф. Г. ДАДАШЕВ, А. М. ДАДАШЕВ, И. С. ГУЛИЕВ, Ю. Б. ГАЛАНТ

ГАЗОНОСНОСТЬ ФИЛИЗЧАЙСКОГО КОЛЧЕДАННО- ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(южный склон Большого Кавказа)

В настоящее время, с развитием горнодобывающей промышленности за счет ввода в эксплуатацию новых месторождений и вскрытия и отработки более глубоких горизонтов, все чаще приходится сталкиваться с увеличением количества поступающих в рудничную атмосферу газов. Это является осложняющим фактором для разработки месторождений и обеспечения безопасности проходки горных выработок.

Из сказанного становится очевидной актуальность изучения вопроса газоносности рудных месторождений с целью прогнозирования возможных выделений природных газов при эксплуатации месторождений.

Филизчайское месторождение расположено в пределах центральной, наиболее приподнятой части Карабчайской антиклинали, Филизчай-Аттагайской тектонической ступени, Сарыбашской структурно-фациальной зоны, Тфанского антиклинория. В пределах месторождения терригенные отложения представлены исключительно породами верхнесидеритовой свиты верхнего палеогена.

Колчеданно-полиметаллические руды образуют единое комплектно-тело линзовидно-пластообразной формы. Оно падает на север под углом от 20—25 до 55—60°. По мере приближения к поверхности рудное тело приобретает обратное южное падение под углом 60—80°.

Основным методом изучения газоносности рудных месторождений в процессе разведочных работ является газовый картаж по промывочной жидкости, который позволяет наиболее полно оценить газонасыщенность разреза, фиксируя газы, находящиеся в свободном состоянии в трещинах и отдельных хорошо проницаемых разностях пород (Фридман, 1970).

Кроме промывочной жидкости, как основного информационного материала, также изучались газы штольневых вод, вод самоизливающихся скважин и родников, спонтанно выделяющиеся из скважин и находящиеся в подземной (штольневой) атмосфере.

а) Растворенный газ

В растворенной форме были изучены следующие газовые компоненты: CO₂, УВ (углеводороды); N₂.

Газоносность изучена по различным глубинам (горизонты — выше 1110 и до 352 м) и различным флангам (западный, центральный, восточный).

Таблица 1

Г А 3

Предмет отбора	№ проб. № шт. № скв.	Газонасыщенность, см ³ /л	УВ		CO ₂		O ₂		N ₂	
			%	см ³ /л	%	см ³ /л	%	см ³ /л	%	см ³ /л
Родник	3	84,0	0,05	0,01	2,5	2,1	16,0	13,44	81,5	68,4
Самозливающие скважины	9, 42 скв.	72,5	0,02	0,01	3,8	2,8	17,6	12,8	78,6	57,0
Штольная вода	4, 50 шт.	23,0	Не опр.	Не опр.	2,5	0,575	15,0	3,45	Не опр.	Не опр.
	5, 50 шт.	37,5	Не опр.	Не опр.	4,9	1,8	9,8	3,7	Не опр.	Не опр.
	6, 52 шт.	30,0	2,29	0,7	3,3	1,0	16,6	5,0	77,8	23,3
	7, 14 шт.	76,0	Не опр.	Не опр.	4,3	3,3	19,0	14,4	Не опр.	Не опр.
	8, 5 шт.	39,0	0,002	0,001	9	1,3	9,1	3,5	87,6	34,2

Газонасыщенность промывочной жидкости меняется от 26,3 см³/л (скв. 566, пр. 3). Содержание углекислого газа варьирует в следующих пределах: минимум составляет 0,3 (скв. 584, пр. 2), а максимум — 144,4 см³/л (скв. 545, пр. 3). Количество УВ меняется от 0,011 (скв. 583, пр. 1) до 7,04 см³/л (скв. 547, пр. 4).

Количество азота меняется в следующих пределах: 27,91 (скв. 608, пр. 1) — 270,07 см³/л (скв. 688, пр. 1). Состав газа-штольневых вод, самоизливающихся скважин и родников представлен в табл. 1.

Газонасыщенность вод меняется в пределах 23,0—84,0 см³/л. Количество УВ изменяется от 0,001 до 0,7 см³/л. Содержание углекислого газа варьирует в пределах 0,575—3,3 см³/л. Максимальное его количество (3,3 см³/л) отмечается в воде шт. 14. Содержание кислорода варьирует от 3,45 (шт. 50) до 13,44 см³/л (родник), а азота — от 23,3 (шт. 52) до 68,4 см³/л (родник).

Таким образом, природный газ по составу является азотно-углекислым, что характеризует специфическую газовую обстановку, существующую на участках сульфидных месторождений.

Содержание свободного H₂S, определенное в родниках, переливающихся скважинах и штольневых водах, варьирует от 0,005 до 0,011 г/л, в среднем составляя 0,007 г/л. Максимальное количество H₂S (0,011 г/л) отмечено в воде шт. 50. Это должно объясняться тем, что воды омывают рудную залежь, которая подсечена данной штольной.

Количество углекислого газа и углеводородов, насыщающих промывочную жидкость, характеризует газовую обстановку горных пород, окружающих рудную залежь.

Среднее содержание углекислого газа и углеводородов в промывочной жидкости, распределенное по горизонтам, показывает, что наибольшее количество CO₂ и УВ приурочено к горизонтам 700—900 и выше 1100 м, составляя максимум на горизонте 700—900 м (CO₂ = 39,81; УВ = 2, 97).

По содержанию газовых компонентов, находящихся в промывочной жидкости, были рассчитаны максимальные величины интенсивности выделения углекислого газа и УВ для каждой скважины. Данные по максимальным величинам интенсивности выделения газовых компонентов, отмеченных при бурении скважин, приведены в табл. 2. По этим данным были выделены 3 площади различной степени интенсивности выделения углекислого газа и УВ.

По углекислому газу выделены:

площадь с интенсивностью выделения 1200 л/м и выше. Она занимает участок района скв. 545. Максимальная интенсивность, отмеченная по этой скважине, — 1732,8 л/м. Площадь располагается в основном на восточном фланге месторождения, и западной своей частью распространяется до центрального фланга месторождения;

площадь с интенсивностью выделения от 600 до 1200 л/м. Эта площадь располагается вокруг вышеописанной, отсутствуя только в восточной части;

площадь с интенсивностью выделения углекислого газа до 600 л/м. Данная площадь охватывает восточную и северо-восточную части месторождения, а также южный участок на центральном фланге.

По углеводородам выделены:

площадь с интенсивностью выделения 60,0 л/м и выше. Она зани-

Таблица 2

Скважина	CO ₂	УВ
	Интенсивность выделения газа (л/м)	
584, 688	450,24	69,84
675 п, 591 п	228,00	18,48
687 п, 602 п	641,64	6,96
550 п	108,96	31,32
620	649,08	35,28
545	1732,80	43,68
547	610,80	84,48
566 п	827,28	2,52
608	120,36	3,96
696	722,72	36,48
614	173,76	6,36
625	158,28	5,04
583	69,12	0,12
средняя	500,22	26,50

мает восточную часть и небольшую часть центрального фланга месторождения;

площадь с интенсивностью выделения от 30,0 до 60,0 л/м. Расположена на центральном и северо-восточном флангах месторождения;

площадь с интенсивностью выделения от 0,0 до 30,0 л/м. Распространена вокруг двух вышеописанных площадей и занимает северный, восточный и южный фланги месторождения.

б) Свободный газ

В свободной форме были изучены следующие газовые компоненты: CO₂; УВ; O₂; N₂; H₂.

На Филизчайском месторождении имеются спонтанные выходы газов из старых пробуренных скважин, которые известны только на восточном фланге.

Анализ спонтанного газа скв. 415 показывает большое содержание УВ (24,29 см³/л свободного газа). Количество углекислого газа составляет 4,9 см³/л свободного газа. Эта скважина длительно газирует в течение ряда лет, что позволяет говорить о том, что в трещиноватых зонах содержатся значительные скопления газа.

Газы штольневого воздуха изучены по горизонтам 1145 м (шт. № 52) и 1184 м (шт. № 50).

Результаты анализов штольневого воздуха приведены в табл. 3. Как видно из таблицы, количество УВ в составе подземного воздуха меньше, чем углекислого газа. Таким образом, подземный свободный газ по составу является азотно-углекислым. Количество УВ варьирует от 0,000268 до 8,31 см³/л свободного газа, а CO₂ — от 0,0 до 97,0 см³/л свободного газа.

Таблица 3

Место отбора	№ № проб.	Газ см ³ /л свободного газа				Геологическая приуроченность
		УВ	CO ₂	O ₂	N ₂	
1	2					7
Штольня 50						
Штрек 1, орт 2, забой	2		5,0			Глинистые сланцы с редкими прожилками кварц-пиритового состава
Штрек 1, 70 м	3		5,0			Массивная колч.-полим. руда
Штрек 1, орт 1, 20 м	4		7,0			Полосчатая колч.-полим. руда
Штрек 2, 175 м	5		3,0			Густо-прожилковая колч.-полим. руда с кварц. жилами и гл. сл.
Штрек 2, 120 м	6		4,0			Массивная руда: гл. сл. с многочисленными прожилками кварца.
Штрек 2, 75 м	7		4,0			Массивная колч.-полим. руда с реликтами гл. сл.
Штрек 2, 40 м	8		4,0			Полосчатая колч.-полим. руда
Прям. ствол, 305 м	9		4,0			Глинистые сланцы
Прям. ствол, 325 м	10		5,0			Полосчатая колч.-полим. руда
Прям. ствол, 250 м	11		4,0			
Прям. ствол, 180 м	12		3,0			
Прям. ствол, 140 м	13		1,0			
Прям. ствол, 100 м	14		0,0			
Штрек 1, орт 1, 23 м						Гл. сл. с прожилками кварца и прослойками песчанка
Время 13-00	17	0,000268	47,0	24,30	709,9	
Время 14-00	19	0,213	11,0	207,0	788,8	Гл.-сл. с прожилками пирит-кварцевого состава

1	2	3	4	5	6	7
Штрек 1, орт 1, 10 м	21	0,00269	71,7	225,0	703,3	Полосчатая колч.-полиим. руда
Время 13-00	21	0,017		220,0		
Время 14-00	22	0,00376	14,3	123,0	862,7	
Штрек 1, орт 2, 2м	23	0,179		144,0		Полосчатая колчеданно-полиметаллическая руда
Время 13-00	24		7,1	157,0		
Время 14-00	25		5,1	141,0		
Штрек 1, орт 2, 9 м	26	0,02099	19,0	207,0	776,9	Глинистые сланцы с мелкими прожилками пирита
Время 13-00	27	0,278	9,9	200,5	776,9	
Время 14-00	28	0,0027	26,0			
Штрек 2, орт 6, забой	30	1,25	77,0	243,0	678,75	Монотонные глинистые сланцы
Штрек 2, забой	36	8,31	5,0	171,0	815,69	
Штольня 52						
Камера скв. 602 п	15		4,0			Монотонные глинистые сланцы
Камера скв. 566 п	16		6,0			
Прямой ствол, 300 м						
Время 12-25	29	0,0076	97,0	816,99		Монотонные глинистые сланцы
Время 12-55	30	0,0299	72,0	207,0	720,99	
Время 13-25	31		10,0	208,0		
Прямой ствол, 400 м						Монотонные глинистые сланцы
Время 12-25	32	0,0166	2,5	113,0	884,49	
Время 12-55	33	0,016	15,1	215,0	769,884	
Время 13-25	34	0,114	14,0	196,1	789,786	

Обращает на себя внимание следующий факт: пробы 2—12 (шт. 50), за исключением пробы 5, показывают повышение содержания углекислого газа (до 7,0 см³/л свободного газа пр. 4). При приближении к устью штольни содержание углекислого газа уменьшается и падает до 0,0 (пр. 13, 14). Также отмечены повышенные содержания CO₂ в камерах скважин 602п и 566 п (пр. 15, 16) и на 300 и 400 м (пр. 29—34) штольни 52.

Повышенные содержания CO₂ отмечены также и в штреках 1 и 2 штольни 50 (напр., штрек 1, орт. 1,10 м соответствует расположению полосчатой колчеданно-полиметаллической руды — 71,7 см³/л, а штрек 2 орт. 6. забой — 77,0 см³/л), т. е. можно говорить, что в штольнях, в местах, удаленных от влияния атмосферного воздуха, наблюдается повышенное количество углекислого газа. Повышенные количества его обусловлены присутствием рудной залежи (шт. 50), а в местах, где они приурочены к глинистым сланцам, CO₂ поступает, видимо, по трещинам из более глубоких горизонтов.

Содержание водорода было замерено в штольнях 50 и 52. В штольне 50 максимальное количество (0,4%) отмечено в забое штрека 2. Присутствие водорода также отмечено и на 100 м штрека 2 (0,3%) и в забое орта 6 штрека 2 (0,2%).

В штольне 52 в концентрации 0,1% водород обнаружен в камере скважины 675 п.

Результаты изучения газоносности Филлизчайского месторождения являются одним из исходных материалов для прогноза газового режима будущего рудника.

Ф. Г. Дадашев, А. М. Дадашев, И. С. Гулиев, Ю. В. Галант

ФИЛИЗЧАЙ-КОЛЧЕДАН ПОЛИМЕТАЛ ЖАТАҒЫНЫН ГАЗЛЫЛЫҒЫ

(Бөжүк Гафгазын чәнуб жамачы)

Мәғаләдә филизчай жатагынын карбоһидроген газлары, карбон газы, оксиген, азот, күкүрд вә гидроген газлары өҗрәниллишир. Филизчай жатагы өз газлылығына көрә азот-карбон газларындан ибарәтдир. Мүхтәлиф сәһәләрдә аҗры-аҗры дәрриликләрин тәбии газлары лаборатория шәрәтиндә анализ едилмишир. Газларың тәркибинә көрә үч зона аҗрылмышдыр: Шимал, Мәркәзи вә Шәрг зоналары. Алынған нәтичәләр кәләчәк-дә жатагың истисмарында нәзәрә алынмалыдыр.

F. G. Dadashev, A. M. Dadashev, I. S. Guliyev, Yu. B. Galant

PRESENCE OF GAS OF FILIZCHAY PYRITE-POLYMETALLIC DEPOSIT (THE SOUTH SLOPE OF THE MAJOR CAUCASUS)

Natural gases have been studied (hydrocarbons, carbon dioxide, oxygen, nitrogen, hydrogen sulphide, hydrogen). Areas with different intensity of carbon dioxide and hydrocarbon emanation are ascertained. Eastern flank has the most gas-saturated intensity of emanation of CO₂ and hydrocarbon which is correspondingly equal to more than 1200 l/m and more than 60. 0 l/m, but distributed in the horizons it is equal to 700—900 and over 1100 m.

УДК 564.114:551.763.31(.470.6)

М. М. АЛИЕВ, В. М. ХАРИТОНОВ

**О НОВОМ КОМПЛЕКСЕ ИНОЦЕРАМОВ
ИЗ ВЕРХНЕСЕНОМАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ДАГЕСТАНА**

Основные перспективы нефтегазоносности в Дагестане связываются с карбонатными отложениями верхнего мела. Увеличение объема поисково-разведочных работ на нефть и газ требуют детализации био-стратиграфической схемы. Последняя невозможна без выделения определенных руководящих комплексов иноцерамов. Большинство стратиграфических подразделений верхнего мела хорошо охарактеризовано комплексами иноцерамов, однако в пределах некоторых стратиграфических единиц, например, в верхнесеноманском подъярусе Дагестана, до настоящего времени не выделялся и не описывался руководящий комплекс верхнесеноманских иноцерамов. В. П. Ренгартеном (1965) из верхнего сеномана, зона *Acanthoceras rhotomagense*, наряду с известным иноцерамом, *In. tenuis* Mant. указывался новый вид *In. (Stenpoceramus) bogatschevi* Renng., оставшийся неописанным. Кроме того, он определил в нижнем сеномане еще два новых вида: *In. subrequieni* Renng. и *In. rugosoplicatus* Renng. Однако анализ распределения этих видов по разрезам сеномана позволяет предположить, что только *In. subrequieni* Renng. является верхнесеноманским. Точно же установить стратиграфическое положение новых видов В. П. Ренгартена не представляется возможным. М. А. Пергаментом и Ю. П. Смирновым (1972) из верхнего сеномана, зона *Acanthoceras rhotomagense*, наряду с *In. pictus* Sow. и другими известными иноцеерами, определенными со знаками открытой номенклатуры, устанавливается новый вид *In. sp. nov. aff. labiatus* Schloth. Эти же авторы на основании изучения распространения фауны аммонитов, иноцерамов и морских ежей, внутрисеноманскую границу проводят по кровле слоя с *In. scalprum* Boehm, и вследствие этого большинство из описанных в Дагестане сеноманских иноцерамов можно считать нижнесеноманскими. Ж. Сорнэ (1965) для верхнего сеномана Мадагаскара приводил следующие виды: *In. pictus* Sow., *In. flavus* Sorn., *In. heinzi* Sorn. В 1980 г. им же был описан *In. schöndorfi* Heinz из среднего сеномана Франции. Наши детальные полевые исследования в верхнесеноманских отложениях Дагестана позволили выявить интересный иноцеерамовый комплекс, в состав которого входят: *In. pictus* Sow., *In. schöndorfi* Heinz, *In. ajmakiensis* M., Aliev et Khar., *In. ex gr. labiatus* Schloth., *In. ex gr. crispus* Mant., а также мадагаскарские виды, описанные Ж. Сорнэ: *In. heinzi* Sorn., *In. flavus* Sorn. Из вышеприведенного комплекса некоторые иноцеерамы описываются и нами; они, возможно, присутствуют и в разновозрастных отложениях Азербайджана. Тщательное палеонтологическое изучение верхнесеноманских иноцерамов Дагестана, вероятно, позволит установить их присутствие и в Азерб. ССР.



Inoceramus schöndorfi Heinz, 1928

Табл., рис. 1—4.

- Рис. 1. *Inoceramus schöndorfi* Heinz. Экземпляр АО.12.476, правая створка, ДАССР, разрез у селений Аймаки и Охли, верхний сеноман.
- Рис. 2. *Inoceramus heinzi* Sornay. Экземпляр АО.12.482, левая створка, ДАССР, разрез у селений Аймаки и Охли, верхний сеноман.
- Рис. 3. *Inoceramus ajmakiensis* M. Aliev et Kharitonov sp. nov. Голотип, экземпляр КШ.1.Е, правая створка, ДАССР, разрез у с. Кака-Шура, верхний сеноман.
- Рис. 4. *Inoceramus ex gr. labiatus* Schloth. Экземпляр АО.12.480, правая створка, ДАССР, разрез у селений Аймаки и Охли, верхний сеноман.

Inoceramus vancouverensis Shum. mut. ant. *schöndorfi* Heinz 1928, стр. 33.
Oxyceramus schöndorfi Heinz, 1932, стр. 6; Heinz, 1933, стр. 721.

Inoceramus schöndorfi Sornay, 1980, стр. 44, табл. 7, фиг. 1—5
Голотип. Экземпляр из Вунсторфа около Ганновера (ФРГ), хранящийся в коллекции геологической службы саксонского бассейна и впервые опубликованный Ж. Сорнэ (J. Sornay, 1980, стр. 44, табл. 1, фиг. 1).

Описание. Раковина средних размеров, четырехугольноовальная, незначительно скошенная, слабо выпуклая, неравносторонняя, равносторчатая, с маленькой суженой, рельефной макушкой, загнутой вовнутрь и вперед. Высота створки значительно превосходит длину. Слабовогнутый передний край, составляющий половину высоты створки, округло переходит в сильно провисающий брюшной край. Последний плавно соединяется с задним краем. Связочный край прямой и с задним краем составляет тупой угол. Передний и задний склоны пологие. Максимальная выпуклость располагается по середине створки. Спинная часть створки слабо выпуклая и незаметно переходит в уплощенное крыло. Скульптура представлена острыми, узкими, округло изогнутыми невысокими гребнями, в вершинах которых располагаются знаки нарастания. Гребни наиболее четко выражены в переднебрюшной и брюшной частях створки. В начальной стадии роста раковины скульптура выражена тонкими кольцами, сменяющимися гребнями. С ростом раковины расстояние между последними увеличивается и они становятся более крупными.

Размеры. Длина (Д) — 27 мм, высота (В) — 41 мм, толщина (Т) — 5 мм, выпуклость (Д:В) — 0,66, осевой угол — 65°, переднесвязочный угол — 95°—100°.

Сравнение. Описываемый экземпляр большинством своих признаков, характером скульптуры сходен как с голотипом Р. Гейнца, впервые опубликованным Ж. Сорнэ (1980, стр. 44, табл. 1, фиг. 1), так и с другими формами этого автора (табл. 1, фиг. 2, 3, 4, 5). Для нашего экземпляра характерна несколько меньшая скошенность и большие значения осевых углов. *In. vancouverensis* Shum. по Heinz, изображенный Дж. Уайтвсом (1879, стр. 170, табл. 20, фиг. 4), отличается большей скошенностью створки и более провисающей в заднебрюшном направлении скульптурой. Этими же признаками от *In. schöndorfi* Heinz отличается и форма, изображенная И. Равном (J. P. Ravn, 1916, табл. 5, фиг. 1) и определенная им, как *In. orbicularis* Münster. Она также сильно скошена и длина створки превосходит высоту. Кроме того, концентрическая скульптура, особенно в начальной стадии роста, выражена сильнее и отличается от таковой *In. schöndorfi* Heinz.

Замечание. Р. Гейнец (1928), впервые установивший рассматриваемый вид, не привел в своей работе его изображения. Он считал позднесеноманский *In. schöndorfi* предковой формой — мутацией североамериканского вида *In. vancouverensis* Shum., изображенного Дж. Уайтвсом. В свою очередь, последний объединялся Р. Гейнцем с европейским, верхнетуронским *In. costellatus* Woods-*In. woodsi* Boehm. Отличие *In. schöndorfi* от вышеуказанных форм заключалось, по его мнению, в присутствии у первого в вершинах гребней знаков нарастания. Мнения об идентичности *In. vancouverensis* Shum. и *In. woodsi* Boehm. придерживались также О. Зейц (1922), Р. В. Имбли и Д. Р. Рисайд (1954) и К. А. Трегер (1967). Однако стратиграфи-

ческие исследования И. Л. Ушера (1952), Д. Е. Мюллера и И. Д. Елецкого (1970) верхнемеловых отложений острова Ванкувер в Канаде, откуда происходит *In. vancouverensis* Shum., доказали его кампанский возраст. Кроме того, по данным М. А. Пергамента (1978), морфологические признаки *In. vancouverensis* Heinz по Shum. не характерны для североамериканского вида.

В 1932 г. в своей новой систематике Р. Гейнец отделяет *In. schöndorfi* Heinz от *In. vancouverensis* Shum. и выделяет новый род *Oxyceramus*. Позднее (1933) он указывал, что *Oxyceramus schöndorfi* был изображен И. Равном (1916, табл. 5, фиг. 1), но определен как *In. orbicularis* Münster. Ж. Сорнэ (1980, стр. 4), подробно переописавший *In. schöndorfi* с изображением голотипа вида, поддерживает мнение Р. Гейнца и относит к рассматриваемому виду также формы, изображенные Ф. Нётлингом (1885, стр. 218, табл. 3, фиг. 13, 14) и В. П. Семеновым (1899, стр. 58, табл. 1, фиг. 13). Однако экземпляр И. Равна по своим признакам отличается от *In. schöndorfi* Heinz, и поэтому вопрос о принадлежности *In. orbicularis* И. Равна, Ф. Нётлинга и В. П. Семенова к описываемому виду может быть решен только после тщательного изучения многочисленных разновидностей сеноманских иноцерамов подобного облика на массовом палеонтологическом материале.

Геологическое и географическое распространение. Верхний сеноман, зона *Acanthoceras rhotomagense* Дагестана, средний и верхний сеноман Франции, верхний сеноман ФРГ и ГДР.

Материал. 10 левых и правых створок, ДАССР, разрезы у селений Аймаки—Охли, Верхний Дженгутай, р. Кака-Озень, верхний сеноман.

Inoceramus heinzi Sornay, 1965

Табл., рис. 2.

Inaequiceramus inaequivalvis Schlut. in Heinz, 1932, стр. 52.

Inaequiceramus inaequivalvis Schlut. in Heinz, 1933, стр. 246, табл. 18, фиг. 1 a—c. *Inaequiceramus heinzi* Sornay, 1965, табл. В, фиг. 4, 3.

Голотип. Экземпляр, описанный и изображенный в работе Р. Гейнца, (1933, стр. 246, табл. 18, фиг. 1, a—c).

Описание. Раковина небольших размеров, ромбоидальной очертаний, неравносторчатая, неравностронная, умеренно выпуклая, скошенная, с высотой, незначительно превышающей длину. Передний край короткий, слабо вогнутый, под тупым углом переходит в выгнутый, провисающий брюшной край. Последний незаметно соединяется с овальным задним краем. Передний склон крутой и, перегибаясь, сочленяется с относительно выпуклой спинной частью. Последняя плавно переходит в небольшое крыло, четко отделяющееся перегибом от выпуклой примакушечной части. Макушка высокая, выпуклая и нависающая над связочным краем. Скульптура представлена на ранней стадии роста тонкими гребнями, сменяющимися с ростом створки рельефными, неравносклонными гребнями.

Размеры: Длина (Д) — 24 мм, высота (В) — 31 мм, толщина (Т) — 7 мм, выпуклость (Т:Д) — 0,28, (Д:В) — 0,76, осевой угол — 62°, переднесвязочный угол — 104°.

Сравнение. Описываемый нами вид не отличается от форм, изображенных Ж. Сорнэ (1965, табл. В, фиг. 4 и 3). Особенно боль-

шое сходство наблюдается с экземпляром, изображенным на табл. В, фиг. 4. Эта форма описывалась и изображалась Р. Гейнцем (1933, табл. 18, фиг. 1), как *In. inaequivalvis* Schlut. из Ранонда, Мадагаскар.

Геологическое и географическое распространение. Верхний сеноман, зона *Acanthoceras rhotomagense* Дагестана, средний и верхний сеноман Мадагаскара.

Материал. 5 левых и правых створок, ДАССР, разрезы у селений Аймаки-Охли, Верхний Дженгутай, р. Кака-Озень, верхний сеноман.

Inoceramus ajmakiensis M. Aliev et Kharitonov sp. nov.
Табл., рис. 3

Ajmakiensis — по названию селения Аймаки.

Голотип. Азерб. отдел ЦНИГРИ, экз., КШ. 1. Е., правая створка, Дагестан, разрез Кака-Шура, верхний сеноман, зона *Acanthoceras rhotomagense*.

Описание. Раковина небольшая, треугольноовальная, слабо скошенная, незначительно выпуклая, неравносторонняя, равносторчатая, с высотой, сильно превосходящей длину. Макушка острая, суженная, выступающая за короткий связочный край. Длинный передний край, составляющий 3/4 высоты створки до половины ее прямой, далее становится выпуклым и незаметно переходит в округлый брюшной край. Задний край не сохранился. За макушечной частью створки располагается узкое, треугольное крыло, отделенное на ранней стадии роста створки заметным перегибом. Скульптура в начальной стадии роста представлена мелкими, часто расположенными кольцами. С возрастом кольца сменяются невысокими гребнями, разделенными плоскими промежутками. Максимальная выпуклость располагается по середине створки.

Размеры: Длина (Д) — 16 мм, высота (В) — 27 мм, толщина (Т) — 3 мм, выпуклость (Т:Д) — 0,18, (Д:В) — 0,58, осевой угол — 76°, переднесвязочный угол — 99°.

Сравнение. Описываемый вид по очертаниям створки напоминает *In. slavini* V. Chernov et Yanin, (В. Г. Чернов и Б. Т. Янин, 1971, стр. 74, табл. 1, фиг. 5, 6) из сеноманских отложений Карпат, но отличается от последнего характером скульптуры, представленной мелкими и часто расположенными гребнями.

Геологическое и географическое распространение. Верхний сеноман, зона *Acanthoceras rhotomagense* Дагестана.

Материал. 4 левые и правые створки, Дагестан, разрезы у селений Кара-Шура и Аймаки-Охли, верхний сеноман.

Inoceramus ex gr. *labiatus* Schlotheim
Табл., рис. 4

Описание. Раковина средних размеров, треугольноовальная, сильно скошенная, умеренно выпуклая, неравносторонняя, равносторчатая. Слабовыпуклый передний край, составляющий половину высоты створки, под тупым углом переходит в сильно выгнутый, провисающий брюшной край, плавно соединяющийся с выпуклым задним краем. Крутой передний склон, располагающийся перпендику-

лярно плоскости створки, перегибается в спинную часть, уплощающуюся в заднем направлении и сливающуюся с широким крылом. Максимальная выпуклость располагается у переднего края. Скульптура представлена сильно изогнутыми, провисающими в заднебрюшном направлении гребнями. Гребни у макушки на начальной стадии роста раковины — мелкие и сближенные, а в поздней становятся высокими, острыми и разделяются широкими промежутками. В вершинах гребней располагаются знаки нарастания, хорошо заметные на крыле.

Размеры. Длина (Д) — 33 мм, высота (В) — 44 мм, толщина (Т) — 8 мм, выпуклость (Т:Д) — 0,25, (Д:В) — 0,75, осевой угол — 72°.

Сравнение. Описываемая форма некоторыми признаками — очертанием створок, изгибом концентрической скульптуры совпадает с *In. labiatus* Schloth., однако выпуклость створки, сильное развитие крыла не позволяет отождествить наш экземпляр с *In. labiatus* Schloth. *In. schöndorfi* Heinz обладает меньшей выпуклостью и скошенностью створки, более круглым изгибом скульптуры.

Замечание. Описываемый экземпляр, вероятно, относится к новому верхнесеноманскому виду или подвиду, однако недостаточно хорошая сохранность и малое количество форм не позволяют пока описать его в качестве нового вида.

Геологическое и географическое распространение. Верхний сеноман, зона *Acanthoceras rhotomagense* Дагестана.

Материал. 3 створки, Дагестан, разрезы у селений Аймаки-Охли, Кака-Шура.

Литература

1. Пергамент М. А., Смирнов Ю. П. Вертикальное распределение и стратиграфическое значение иноцерамов в верхнемеловом разрезе Дагестана. Тр. Всесоюз. коллоквиума по иноцерамам, вып. 1, 1972.
2. Пергамент М. А. Стратиграфия и иноцерамы верхнего мела северного полушария, М., «Наука», 1976.
3. Ренгартен В. П. Опорные разрезы верхнемеловых отложений Дагестана. Изд-во АН СССР, 1965.
4. Чернов В. Г., Янин Б. Т. Иноцерамы из меловых отложений внутренних Советских Карпат. БМОИП, отд. геол., т. X, VII, (4), 1971.
5. Heinz R. Ueber Cenoman und Turon bei Wunstorf westlich von Hannover Jahresber. niedersachs. geol., ver. 21, 1928.
6. Heinz R. Aus der neuen Systematik der Inoceramen. Mitteil. min. geol. Staatinst., Hamburg, 13, 1932.
7. Heinz R. Die Inoceramen von Madagaskar und ihre Bedeutung für die Kreide Stratigraphie. Z. Deut. geol. Ges., 85, 1933.
8. Heinz R. Einige Fragen aus der vergleichende Oberkreide Stratigraphie. Z. Deut. geol. Ges., 85, 9, 1933.
9. Müller J. E., Jeletzky J. A. Geology of the upper Cretaceous Nanaimo, group Vancouver island and Gulf islands British Columbia, Geol. Surv. Canada Pap. 1970.
10. Noetling F. Die Fauna der baltischen Cenomangeschiebe. Paläontol. Abhandl., 2, 4, 1885.
11. Ravn J. P. J. Kridtaflejringerne paa Bornholms Sydvestkyst og deres Fauna, 1. Cenomanet. Danmark. geol. Undersog., 32, 1916.
12. Seitz O. Die stratigraphische wichtigen Inoceramen des norddeutschen Turons, Berlin, 1922.
13. Semenov V. P. Faune des depots cretaces du Mangyschlak et de quelques autres localites de la province transcaspienne. Transact. Soc. imp. Natural St. Petersburg. (Geol. Miner.), 28, 5, 1899.

14. Sornay J. La faune d'Inoceramus du cenomanien et du turcien inferieur du Sud-Quest de Madagaskar. Ann. pal. Invertebr., 51, N1, 1955.

15. Sornay J. Inoceramus schöndorfi Heinz une espece mal connue du cenomanien, Ann. pal. Invertebr., 66, N1. 1, 1980.

16. Tröger K. A. Zur Paläontologie, Biostratigraphie u. faziellen Ausbildung der untereren Oberkreide (Cenoman bis Turon), Teil I, Paläontologie und Biostratigraphie der Inoceramus des Cenomans bis Turons Mittel Europas. Abh. Staat. Mus. Min. un. Geol. Bd 12, Dresden, 1967.

17. Imlay R. W., Reeside J. R. Correlation of the Cretaceous formation of Greenland and Alaska. Bull. Geol. Soc. America, 65, N 3, 1954.

18. Usher I. L. Ammonite faunas of the Upper Cretaceous rocks of Vancouver Island British Columbia, Geol. Surv. Canada Buel., 21, 1952.

19. Whiteaves J. Mesozoic Fossils, vol. I. part III, Geol. and Nat. History Survey of Canada, Montreal, 1879.

М. М. Әлиев, В. М. Харитонов

ДАГЫСТАНЫҢ УСТ СЕНОМАН ЧӨКҮНТҮЛЭРИНДӘКИ ЈЕНИ ИНОСЕРАМ КОМПЛЕКСИ ҲАГГЫНДА

Мәғаләдә Дагыстаның үст сеноман чөкүнтүләриндәки иносерамларын јени комплекс тәсвир олунар. Индијәдәк һәмни саһәни Acanthoceras rhotomagense зонасында иносерамларын рәһбәр комплекси өјрәниләмәшидр. Биздән әввәлки тәдгигатларда бу чөкүнтүләрдә јалныз In. pictus Sow., In. subrequient Renng., In. aff. ex gr. labiatus Schloth гејд едилимишдр.

Дагыстаның үст сеноман чөкүнтүләриндә апардығымыз дәгиг тәдгигатлар нәтичәсиндә (Acanthoceras rhotomagense зонасы) иносерамла зәнкиң комплекс мүәјјән едилимишдр. Бурада In. pictus Sow., башга In. schöndorfi Heinz, In. ex gr. labiatus Schloth, In. ajmakensis M. Aliev et Khar. sp. nov. Мадагаскарда јашајан In. heinzi Sorn. ва In. flavus Sorn. мүәјјән едилимишдр. Мәғаләдә бунлардан бәзиләри әтрафлы тәсвир едилир.

M. M. Aliev, V. M. Kharitonov

ON THE NEW COMPLEX OF INOCERAMUS FROM THE UPPER CENOMAN DEPOSITS OF DAGHESTAN

Some Inoceramus of the Upper Cenoman deposits of Daghestan, Acanthoceras rhotomagense zone, are discussed in this article. They are Inoceramus schöndorfi Heinz, In. heinzi Sorn., In. ex gr. labiatus Schloth., In. ajmakensis M. Aliev et Khar. sp. nov.

УДК 519.272:[550.348.098.64+550.83.015](479.24)

Член-корр. АН СССР Ю. В. РИЗНИЧЕНКО,

Ф. Т. КУЛИЕВ, Т. А. ИСМАИЛ-ЗАДЕ, А. М. РУТМАН

МНОГОМЕРНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СВЯЗЕЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ С ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ ПОЛЯМИ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

При изучении геолого-геофизических объектов, представляющих собой сложную систему взаимосвязанных факторов, необходимо применять методологию многофакторного эксперимента [1].

Нами изучаются многомерные математические модели связей между наблюдаемой сейсмической активностью A и характеристиками геофизических полей Φ Азербайджана. Анализ этих моделей позволяет выбрать те из них, которые лучше представляют величину A по набору факторов Φ [1—3].

Поскольку геофизические факторы Φ имеют обычно долговременную природу, предполагается, что вычисленная на основе многомерных математических моделей сейсмическая активность A может лучше представлять долговременную среднюю величину активности A , чем непосредственно наблюдаемая за сравнительно непродолжительное время.

Исходными данными для построения математических моделей послужили карты сейсмической активности A_{10} [2], построенные на основе инструментальных данных за 1951—1976 гг. (рис. 1) с $K \geq 10$ способами постоянной точности (A_T) и постоянной детальности (A_d). Карты активности разбиты на сетку ($0,2 \times 0,2$) с соответствующими значениями A_T , A_d и геофизических факторов для одних и тех же узлов сетки [4].

При этом были использованы карты: 1) градиентов скорости по подошве ачкагыла; 2) глубины поверхности базальтового слоя, построенная с учетом гравиметрических данных; 3) глубин поверхности кристаллического фундамента; 4) то же, построенная по параметрам скоростной модели; 5) горизонтальных градиентов напряженности магнитного поля; 6) значений плотности пород на срезе 3000 м; 7) значений акустической жесткости на срезе 3000 м; 8) карта-срез распределения тепловых потоков на глубине 10 км; 9) карта-срез распределения температур на глубине 10 км; 10) глубин очагов по инструментальным и макросейсмическим данным; 11) плотности узлов глубинных разломов; 12) плотности глубинных разломов.

Вывод соответствующего эмпирического уравнения связи обычно распадается на два этапа: 1) установление общего вида искомой зависимости $Y = f(X_1)$; 2) вычисление коэффициентов a_1 этой зависимости, наиболее хорошо согласующихся с исходными фактическими данными.

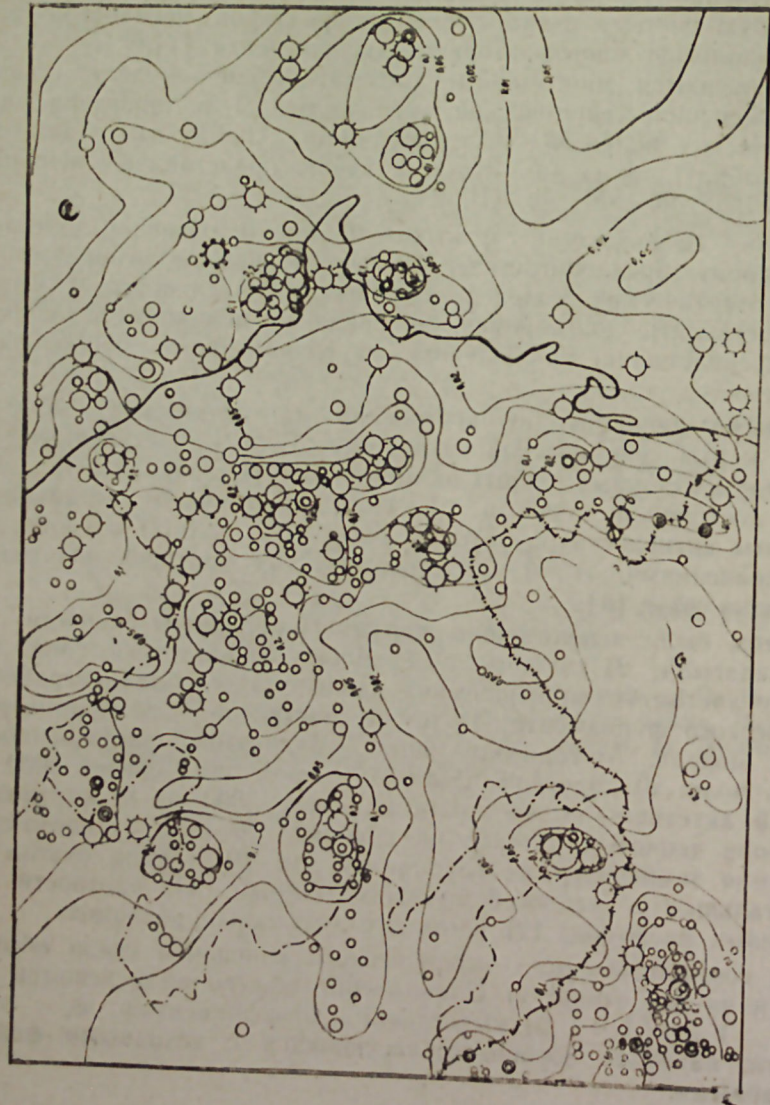


Рис. 1. Карта эпицентров и сейсмической активности (A_T) за 1951—1976 гг. (составили Ф. Т. Кулиев, В. А. Каспаров)

Для построения и исследования многомерных связей используется функция, описывающая взаимосвязь между исследуемыми параметрами вида [5]:

$$y = a_0 + a_1 f_1(X_1) + a_2 f_2(X_2) + \dots + a_n f_n(X_n) \dots \quad (1)$$

При этом должно соблюдаться условие:

$$\sum_{i=1}^k (Y_{\text{выч}} - Y_{\text{фак}})^2 = \min \dots \quad (2)$$

где k — число наблюдений.

Выбор математической модели в виде формулы (1) обусловлен двумя причинами: 1) большинство зависимостей между геолого-геофизическими факторами описываются непрерывными функциями; 2) непрерывные функции сколь угодно точно аппроксимируются многочленами [1, 5, 6].

Как известно [5], квадрат коэффициента множественной корреляции R между наблюдаемыми значениями Y и правой частью выражения (1) является дополнением до единицы отношения между средним квадратом остаточных отклонений по данному уравнению регрессии S^2 и средним квадратом отклонений от средней арифметической искомой функции S_0^2 , т. е.

$$R^2 = 1 - \frac{S^2}{S_0^2} \dots \quad (3)$$

где

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (Y_{\text{ф}} - Y_{\text{в}})^2}{k-1} \dots \quad (4), \quad S_0^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (Y_{\text{ф}} - \bar{Y})^2}{k-1} \dots \quad (5)$$

Здесь $Y_{\text{ф}}$, $Y_{\text{в}}$, \bar{Y} — фактические, вычисленные по уравнению (1) и средние значения функции соответственно.

Сопоставление выражений (2) и (3) показывает, что минимизация функции (2) соответствует максимизация коэффициента множественной корреляции R . Формула (3) справедлива и для вычисления коэффициента парной корреляции r .

Для построения парных и многомерных связей использовалась программа РЕГР [1], реализованная в машинных кодах ЭВМ-БЭСМ-4м. В программе РЕГР предусмотрено пошаговое построение полинома с учетом эффективности каждого добавляемого параметра по схеме Чебышева. Преимущество ее заключается в том, что мы можем для нахождения зависимости с большим количеством членов использовать результаты предыдущих вычислений. При этом на каждом шаге построения приближающего многочлена вычисляется и выдается на печать среднеквадратическая ошибка S и коэффициенты приближающего полинома.

Построено свыше 60 парных и многомерных связей A_T и A_d с геофизическими факторами. Вычислены коэффициенты парной и множественной корреляции этих связей (табл. 2).

Многомерные математические модели связей сейсмической активности с геофизическими факторами

№ п/п	Математическая модель (уравнение регрессии)	Коэффициент множественной корреляции
1	$A = 0,167 - 0,0064(\Phi_1) + 0,219(\Phi_3) + 0,005(\Phi_5) - 0,166(\Phi_8) + 0,0004(\Phi_9)$	0,76
2	$A = 0,285 - 0,114(\Phi_1) + 0,307(\Phi_3) + 0,046(\Phi_5) - 0,037(\Phi_8) - 0,005(\Phi_{10})$	0,67
3	$A = 0,199 + 0,311(\Phi_3) + 0,033(\Phi_5) + 0,0002(\Phi_9) + 1,28(\Phi_{12})$	0,59
4	$A = 0,229 - 0,11(\Phi_1) + 0,358(\Phi_3) + 0,036(\Phi_5) - 0,085(\Phi_6) - 0,178(\Phi_8) - 0,0007(\Phi_9) - 0,006(\Phi_{10}) - 0,275(\Phi_{11}) + 0,217(\Phi_{12})$	0,74
5	$A_T = 0,107 - 1,254(\Phi_3) - 0,059(\Phi_8) + 0,0001(\Phi_9) + 0,844(\Phi_{12})$	0,74
6	$A_T = 0,31 - 2,61(\Phi_3) + 0,003(\Phi_5) - 0,0005(\Phi_9) - 0,002(\Phi_{10}) + 12,02(\Phi_{11}) + 1,07(\Phi_{12})$	0,68
7	$A_T = 0,025 - 5,25(\Phi_1) - 0,318(\Phi_3) + 0,114(\Phi_5) + 2,73(\Phi_6) + 0,0053(\Phi_8) + 0,0002(\Phi_9) - 0,0019(\Phi_{11}) + 1,56(\Phi_{12}) - 0,001(\Phi_{10})$	0,58
8	$A_T = 0,037 + 1,05(\Phi_2) - 0,69(\Phi_3) + 0,58(\Phi_5) + 1,24(\Phi_6)$	0,8

Средняя доля влияния D_{cp} каждого из аргументов X_i на функцию Y в многомерных зависимостях (табл. (1) вида

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^k a_i X_i \dots \quad (7)$$

определяется по формуле

$$D_{cp} = \frac{|a_i| \bar{X}_i}{|a_0| + \sum_{i=1}^k |a_i| X_i} \dots \quad (8)$$

где \bar{X}_i — среднее значение каждого из факторов Φ_i . Эту величину D_{cp} (табл. 2) можно принять за меру информативности факторов Φ_i в многомерных зависимостях в указанном выше смысле (табл. 1).

Для построения прогнозных карт сейсмической активности были использованы следующие математические модели: для долгосрочной карты A_x зависимость № 1, для A_T — № 6 (табл. 1). Использование многомерных связей с большим числом параметров не представило возможным, так как другими геолого-геофизическими факторами охарактеризованы лишь небольшие участки территории республики.

Таблица 2

Значения меры информативности факторов в многомерных зависимостях

№ связей в табл. 1	Доля участия, % (D_{cp})										Коэффициент корреляции	
	a_0	Факторы										
		Φ_1	Φ_2	Φ_3	Φ_5	Φ_6	Φ_8	Φ_9	Φ_{10}	Φ_{11}		Φ_{12}
1	22	8	—	8	13	—	28	21	—	—	—	0,55
2	43	31	—	7	5	—	14	—	—	—	—	0,19
3	37	—	—	12	13	—	—	15	—	—	23	0,5
4	18,6	23	—	5	5	0,3	18	19	10	0,1	1	0,74
5	22	—	—	43	—	—	15	6	—	—	13	0,54
6	37,6	—	—	28	—	—	0,4	18	3	4	9	0,68
7	5	48	—	7	2	3	1	7	3	—	24	0,58
8	1	—	23	41	1	34	—	—	—	—	—	0,8

Как видно из прогнозных карт сейсмической активности (рис. 2), выделяются два уровня активности A_{10} по A_T и A_x — 0,1 и 0,05.

В районе Большого Кавказа с захватом некоторой северной части Куринской депрессии выделяются по A_T две зоны с уровнем сейсмоактивности, равной 0,1. Эти же зоны в большей мере охватываются изолинией 0,1 по A_x .

На Малом Кавказе зона по $A_T = 0,1$ по площади несколько шире оконтуривается изолинией этого же значения по A_x .

По остальной части территории республики зоны по A_T и A_d не перекрываются. Например, на севере Апшеронского полуострова выделяется зона только по $A_T = 0,1$, в Гобустане зоны по A_T и A_d , равные 0,05, едва пересекаются.

На Малом Кавказе и в Нижнекуринской депрессии выделяются зоны с уровнем сейсмической активности, равной 0,05, только по A_T .

Здесь следует отметить, что Зангезурская сейсмоопасная зона (рис. 1) не околтурена изолинией активности ни по A_T , ни по A_d (рис. 2) ввиду того, что она не была охарактеризована теми геофизическими факторами, которые вошли в использованные модели 1 и 6. По той же причине и весьма малой площади Худатская, Астраханбазарская и Лерикская зоны (рис. 1) почти не нашли своего отражения в прогнозных картах A_T и A_d (рис. 2).

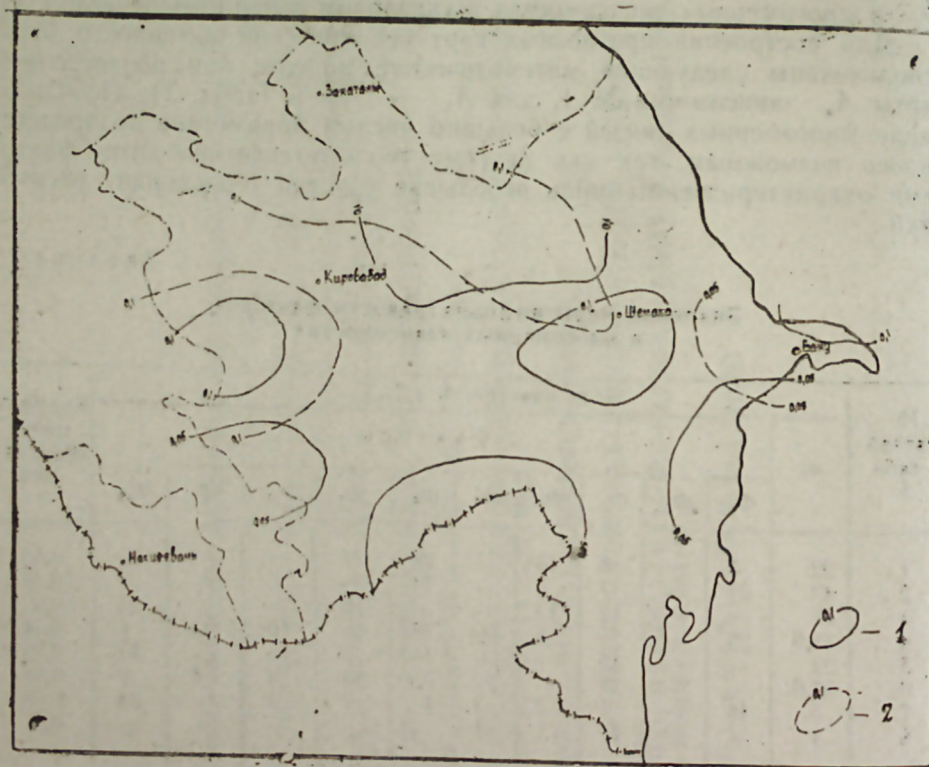


Рис. 2. Сводная прогнозная карта долговременной сейсмической активности (A_T и A_d) Азербайджана, рассчитанная по многомерным математическим моделям связей сейсмической активности с геолого-геофизическими полями (составили Ю. В. Ризниченко, Ф. Т. Кулиев, Т. А. Исмаил-заде, А. М. Рутман, В. А. Каспаров).
1 — изолинии A_T , 2 — изолинии A_d

Использование меньшего числа геофизических факторов, которыми охарактеризованы названные зоны, с целью вычисления A_T и A_d , приводит к снижению тесноты связей и, как следствие, к уменьшению достоверности получаемых результатов.

Исходя из вышеизложенного, различные участки исследуемой территории могут быть околтурены изолиниями только A_T или только A_d (или обеими вместе) в зависимости от охарактеризованности этих участков соответствующими геофизическими факторами. Статистическая равноценность многомерных связей этих факторов с A_T и A_d позволяет объединять равнозначные изолинии для получения единой сводной прогнозной карты долговременной сейсмической активности.

С углублением представлений о физике процессов, характеризующих свойства различных геофизических полей, и получением новых теоретических и экспериментальных данных будут совершенствоваться и математические модели. Дальнейший анализ многомерных связей между сейсмической активностью и геолого-геофизическими факторами будет способствовать ориентированию специальных исследований на выяснение причин обнаруженных закономерностей.

Литература

1. Элланский М. М. и др. Математические методы в газонефтяной геологии и геофизике, М., «Недра», 1972.
2. Элланский М. М. Петрофизические связи и комплексная интерпретация данных промысловой геофизики, М., «Недра», 1978.
3. Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами, М., 1973.
4. Кулиев Ф. Т., Каспаров В. А. Сейсмичность Восточного Кавказа и акватории Каспия. Мат. конфер. по изучению сейсмичности и глубинного строения Азербайджана. Баку, «Элм», 1974.
5. Линник Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы теории обработки наблюдений, М., 1962.
6. Седов А. И. Методы подобия и размерностей в технике, М., «Наука», 1967.

Ю. В. Ризниченко, Ф. Т. Гулиев, Т. Э. Исмайлзаде, А. М. Рутман АЗЭРБАЙЖАНЫН ГЕОФИЗИКИ САЭЛЭРИ ИЛЭ СЕЙСМИК АКТИВЛИЖИН ЧОХЭЛЧУЛУ РИЈАЗИ МОДЕЛИ

ЕМ БЕСМ—4 м машин кодларында РЕГР программдан истифадэ едэрэк хэјата кечирилмиш Азербайжанын 12 геоложи-геофизики саэелэринин сейсмоактивлик илэ чохэлчүлү ријазини элагэ моделлэри гурулмушдур.

Бу элагэ моделлэринин анализи имкан верир ки, онлардан елэсини сечэк ки, эса с геоложи-геофизики амиллэрини јыгымына көрэ даһа јакшы сейсмоактивлик кестэрир.

Сечилмиш элагэ моделлин эсасында Азербайжанын узунмүддэтли үмуми прогноз сейсмик активлик хэритэси тэртиб едилмишдир.

Yu. V. Riznichenko, F. T. Kuliyeu, T. A. Ismail-Zade, A. M. Rutman

MULTIDIMENSIONAL MATHEMATICAL MODELS OF SEISMIC ACTIVITY RELATIONS TO GEOPHYSICAL FIELDS OF AZERBAIJAN

Multidimensional mathematical models of seismic activity relations to 12 geological and geophysical fields of Azerbaijan are made. They are compiled with the use of REGR programme realized in machine codes of computer-4M.

Analysis of the relations models allowed to choose those ones which represented seismic activity according to the initial geological and geophysical factors.

A summary prediction map of longterm seismic activity of Azerbaijan was compiled on the basis of selected relations models.

УДК 551.243.4(479.24)

Б. В. ГРИГОРЬЯНЦ, А. А. АЛИЕВ, Л. А. АМБАРЦУМОВ,
А. Д. БАБА-ЗАДЕ, М. Г. МУСТАФАЕВ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПРОЯВЛЕНИЯХ ПОКРОВНОЙ
ТЕКТОНИКИ НА ЮГО-ВОСТОЧНОМ КАВКАЗЕ

Представления о проявлениях покровной тектоники на Юго-Восточном Кавказе возникли в конце 30-х — начале 40-х гг. настоящего столетия. Базировались они исключительно на анализе данных поверхностной геологии [1, 2]. В 50-е гг. покровные структуры более или менее надежно обосновываются бурением [11]. Однако их локальный характер допускал возможность полемизировать по этому вопросу и даже отрицать развитие покровной тектоники на Юго-Восточном Кавказе вообще [4, 8, 9, 10].

Результаты последующих детальных геологических исследований и бурения позволили делать обобщения, которые не оставляют сомнений в наличии Баскальского, Астраханского и целого ряда более мелких покровов [3]. Достаточно убедительно устанавливается и место отрыва пластины верхнемеловых пород, образовавших наиболее крупный Баскальский покров [6]. Но и эти факты по-прежнему находились в соответствии с мнением о локальном характере явления покровной тектоники. Следует лишь отметить, что предположение о перекрытии палеогена мелом на южном крыле Центрального поднятия Юго-Восточного Кавказа, в северо-западной части Гобустана, в районе Чухуриурда, носило принципиально новый характер [6]. Оно приобретало региональное значение для зоны южного склона Большого Кавказа в пределах юго-восточного погружения одноименного мегантиклинория.

Проведенное в начале 70-х гг. бурение в районе Чухуриурда подтвердило справедливость предположений о перекрытии здесь палеогена мелом, установило возрастание толщины покровной пластины с юга на север на протяжении 6 км от 800 до 1200 м, свидетельствуя о том, что амплитуда горизонтального перекрытия явно не исчерпывается этими 6 км. По материалам последующего бурения по профилю Шемаха—Чухуриурд—Астраханка амплитуду регионального перекрытия палеогена мелом удалось увеличить до 15 км при толщине покрова в конечном пункте профиля, в районе Астраханки, до 1500 м.

Результаты бурения по данному профилю в сочетании с материалами бурения вообще в пределах кайнозойских наложенных прогибов Юго-Восточного Кавказа — Кусаро-Дивичинском на севере, Шемахино-Гобустанском на юге и Апшеронском периклиналильном на востоке — прямо указывают на значительную роль горизонтальных перемещений пород, в первую очередь пластичных глинистых обра-

зований палеогена-миоцена в формировании сложной складчатой структуры по крайней мере в мощном поверхностном выполнении самих молассовых прогибов. Для Шемахино-Гобустанского наложенного прогиба очевидным становится осложнение складчатой структуры кайнозойских отложений пологими надвигами с горизонтальной амплитудой, измеряемой километрами, от 1 до 10, а то и более [5]. С этими надвигами в основном оказался связанным грязевой вулканизм, столь широко распространенный на Юго-Восточном Кавказе.

Особое значение результаты глубокого бурения на Юго-Восточном Кавказе приобретают в плане выяснения структурных соотношений между геосинклинальными и орогенными комплексами пород. Сейчас несомненным следует считать формирование молассовых про-

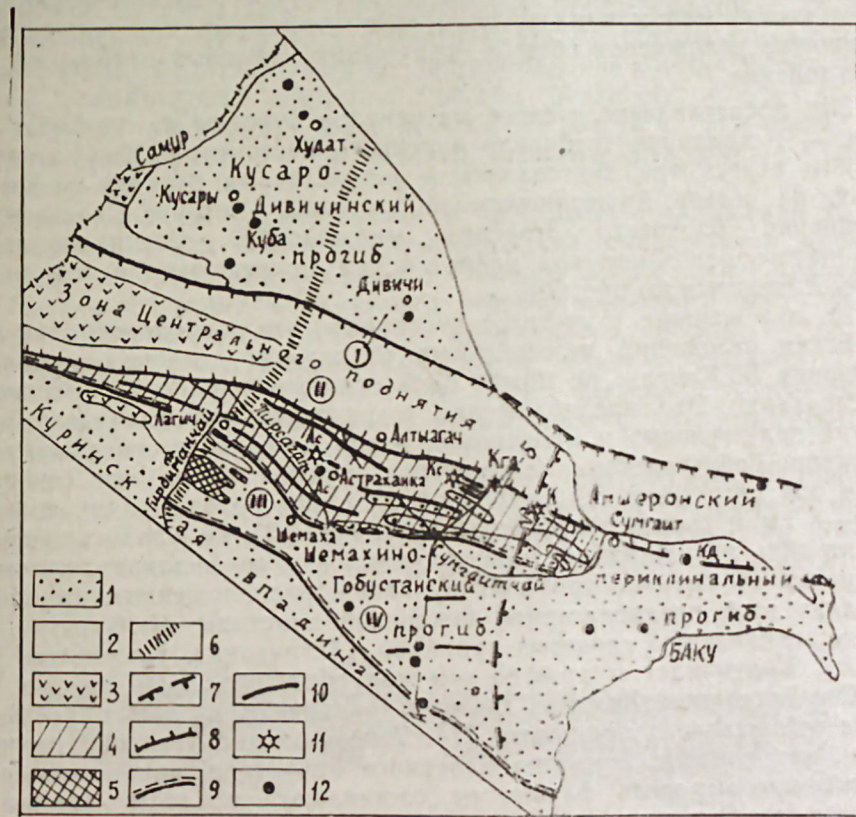


Рис. 1. Геолого-тектоническая схема ЮВ Кавказа.

1 — кайнозой; 2 — мел и верхняя юра; 3 — средняя и нижняя юра; 4 — зона регионального перекрытия палеогеновых и миоценовых отложений меловыми; 5 — бескорневой Баскальский покров; 6 — Западно-Каспийский разлом; 7 — Яшминская флексура; 8 — разломы, разграничивающие основные структурные блоки (реснички фиксируют приподнятый блок); 9 — Сиазанский, 10 — по линии Алтыгач — Насосная — Кюрданы; 11 — надвиги с большой горизонтальной амплитудой (пунктир фиксирует надвинутый блок); 12 — Зангинско-Герадильский, 13 — Аджичайско-Алятский; 14 — прочие тектонические нарушения; 15 — грязевые вулканы: Ас — Астраханка, Кс — Касумкеид, Кгд — Кегнягды, К — Куркачида; 16 — скважины глубокого бурения: Ас — Астраханка, Кд — Кюрданы

гибов в виде наложенных структурных элементов на крыльях и периклинальном окончании мегантиклинория Б. Кавказа в зоне его юго-восточного погружения в результате резкого, ступенчатого опускания их мезозойского складчатого основания по разломам с довольно значительной, в несколько километров, амплитудой вертикального смещения. Если южное ограничение Кусаро-Дивичинского прогиба и западное ограничение Апшеронского периклинального прогиба четко выражено соответственно в виде Сиазанского разлома и Яшминской флексуры (рис. 1), то северная граница Шемахино-Гобустанского наложенного прогиба так же четко не выделялась. Более того, здесь переход от мела к палеогену, несмотря на определенное проявление разломной тектоники и наличие надвиговых структур, представлялся более постепенным. Во всяком случае тектонические контакты между мелом и палеогеном рассматривались как определенное выражение усложнения общего погружения меловых отложений под кайнозойские.

Это представление в свете материалов бурения по профилю Шемаха — Астраханка требовало коренного пересмотра. Необходимость в таком пересмотре диктовалась и результатами бурения в Курдаханах, на севере Апшеронского полуострова, которое подтвердило сохранение блокового строения мезозойского геосинклинального складчатого основания под кайнозойским молассовым чехлом в пределах Апшеронского прогиба.

Из изложенного становится очевидным, что зона перекрытия кайнозойских отложений мезозойскими на южном склоне восточного окончания Б. Кавказа не может быть ограничена районом Чухурюрда и Астраханки. Это предположение о региональном характере перекрытия палеогеновых и миоценовых пород поверхностного выполнения Шемахино-Гобустанского наложенного прогиба вдоль его северного борта при протяженности покровной пластины более 100 км, толщине до 3—4 км и горизонтальной амплитуде 30—35 км удалось надежно подтвердить результатами микрофаунистического анализа пелитового материала из брекчии грязевых вулканов, расположенных именно в пределах этой предполагаемой покровной пластины. Любопытно, что такую локализацию грязевых вулканов (Астраханка, Касумкенд, Кегнягды, Куркачидаг и др.) до сих пор объяснить было трудно, ибо на Юго-Восточном Кавказе грязевой вулканизм связан с кайнозойскими молассовыми прогибами [7]. Теперь можно уверенно говорить о том, что грязевые вулканы Северного Гобустана, приуроченные к отложениям мелового флиша, не составляют в этом отношении исключения. Они также связаны с процессами складко- и разрывообразования в преимущественно молассовых образованиях палеогена-миоцена, протекающими, однако, под пластиной мелового покрова. Микрофаунистический анализ пелитового материала, вытекающего из грифонов и сальз перечисленных грязевых вулканов, выполненный А. Д. Бабазаде при участии А. Г. Ворошиловой и Л. Д. Мамедовой, показал, что вулканы выносят на поверхность помимо меловых пород, фактически попутно захваченных, палеогеновые и миоценовые отложения вплоть до верхнемиоценовых.

Так, в твердых выбросах грязевого вулкана Астраханка встречен ряд деформированных раковин *Globigerina* sp., принадлежность которых к палеогену, несмотря на плохую сохранность, подчеркивается

отчетливым проявлением на последних оборотах трех камер. В грязевулканической брекчии вулкана Касумкенд помимо верхнемеловых форм обнаружены эоценовые *Globigerina turkmenica* Chal., *Acarinina pseudotopilensis* Subb. и миоценовые фораминиферы: *Streblus beccarii* (Linne), *Cibicides lobatulus* (Walk. et Jon), *Cribronion* sp.; остракоды: *Leptocythere seivensis* Voroschilova, *Loxococoncha* sp., *Xestoleberis* sp., *Cypris* sp., двустворки — обломки *Cardium* sp. и гастроподы: *Amnicola zonata* Eichw., *Monodonta mamilla* Andrzejonsky, *Hydrobia elongata* Eichw. При этом три последние формы характерны для верхнего миоцена.

Еще любопытнее оказался набор микрофауны в брекчии грязевых вулканов Кегнягды и Куркачидаг. Из палеогеновых здесь установлены: фораминиферы — *Nuttalites trümpyi* (Nutt), *Pseudohastigerina voluta* (White); из миоценовых: фораминиферы — *Streblus maschanliensis* (Pronina), *S. beccarii* (Linne), остракоды — *Leptocythere seivensis* Voroschilova, гастроподы — *Hydrobia uiratamensis*, Koles., *Sandbergeria digitatum* Zhizh., *Amnicola zonata* Eichw., *Spiratella* sp., *Monodonta mamilla* Andrzejonsky, *Dorsanum* sp., *Hydrobia elongata* Eichw. и, наконец, мелкие двустворки — *Cardium* sp., *Maetra* sp.

Такой характер распределения в пространстве отложений палеогена и миоцена под покровной пластиной свидетельствует о пополнении поверхностного выполнения восточного погребенного продолжения Лагичского прогиба — самого северного частного структурного элемента Шемахино-Гобустанского наложенного прогиба — восточнее меридиана с. Астраханка средним и верхним миоценом. Несомненным является его продолжение и в пределах Апшеронского полуострова, где его выполнение, обнажающееся уже непосредственно на поверхности, представлено плиоценом.

Надо полагать, что разнообразие микропалеонтологических форм, их широкий возрастной диапазон в брекчии грязевых вулканов Кегнягды и Куркачидаг являются прямым следствием их локализации в тыльной части покровной пластины, точнее, в приразломной

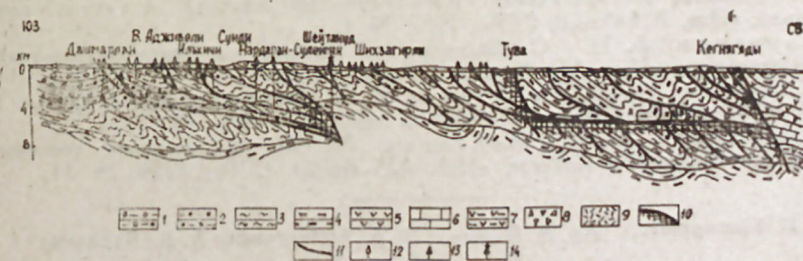


Рис. 2. Геологический разрез по линии А—Б (составители — Б. В. Григорьянц и Л. А. Амбарцумов).

1 — плиоцен; 2 — верхний и средний миоцен; 3 — нижний миоцен-палеоген; 4 — верхний мел; 5 — нижний мел; 6 — верхняя юра; 7 — средняя и нижняя юра; 8 — грязевулканическая брекчия; 9 — тектоническая брекчия; 10 — зоны дробления пород; 11 — тектонические нарушения; 12 — скважины структурно-картировочного бурения; 13 — скважины глубокого бурения; 14 — проектная скважина.

зоне сильно раздробленных пород по северному контуру Шемахино-Гобустанского прогиба. Значительная вертикальная амплитуда смещения по этому граничному разлому (рис. 2), собственно, и обусловила перемещение на юг с Центрального поднятия пластины меловых пород и перекрытие ею палеогеновых и миоценовых отложений.

В заключение следует сказать, что указанная приразломная зона дробления пород может представить несомненный интерес с практической точки зрения. В ее коллекторских свойствах сомневаться не приходится. Это указывает на возможность локализации вдоль нее залежей нефти и газа и, вероятно, других видов полезных ископаемых. Представляется весьма вероятной связь с этой зоной надвигов, питающих нефтяными флюидами грязевые вулканы, расположенные как в пределах покровной пластины, так и южнее. Кроме того, ее симметричным аналогом на склоне Юго-Восточного Кавказа является зона Сиазанского разлома-надвига, вдоль которой прослеживается крупное месторождение нефти, эксплуатируемое уже более четырех десятилетий.

Литература

1. Вассоевич Н. Б. О крупных тектонических покровах в Восточном Закавказье. «Зап. Всерос. минералогического об-ва», ч. 69, № 2—3, 1940.
2. Вассоевич Н. Б., Хаин В. Е. Явления покровной тектоники в Лагичских горах. «Изв. АН СССР, серия геол.», 1940, № 1.
3. Воскресенский И. А., Хаин В. Е., Шурыгин А. М. Тектонические покровы Юго-Восточного Кавказа и условия их образования. «Вестн. МГУ, серия геол.», № 4, 1963.
4. Высоккий Б. П. «Теория шарьяжей» в русской геологической литературе и ее современное положение. В кн.: «Вопросы геологии Азии», т. II, М., Изд. АН СССР, 1955.
5. Григорьянц Б. В. К вопросу о проведении параметрического бурения на отложениях мезозоя в пределах Шемахино-Кобыстанского синклиниория (Юго-Восточный Кавказ). «Нефтегазовая геология и геофизика», 1976, № 5.
6. Григорьянц Б. В., Исаев Б. М. Об условиях образования Баскальского покрова на Юго-Восточном Кавказе. В кн.: «Материалы по тектонике и региональной геологии Азербайджана», Баку, Изд. АН Азерб. ССР, 1968.
7. Грязевые вулканы нефтегазовосных областей Азербайджанской ССР (объяснительная записка к карте). Мин. геологии СССР. Баку, АН Азерб. ССР, 1978.
8. Исмаилов К. А. Тектоника полосы развития меловых отложений между речья рек Пирсагат и Гильгильчай (Юго-Восточный Кавказ) в свете новейших исследований. «Изв. АН Азерб. ССР», 1957, № 1.
9. Соловкин А. Н. О Баскальском покрове и фационально-тектоническом районировании. «Изв. АН Азерб. ССР», 1945, № 7.
10. Сорский А. А., Кириллова И. В. Некоторые новые данные о тектонике Юго-Восточного Кавказа. «Советская геология», вып. 41, 1954.
11. Шарданов А. Н., Молчанов М. Ф. Астраханский тектонический покров на Юго-Восточном Кавказе. «Изв. АН Азерб. ССР», 1954, № 11.

Б. В. Григорьянц, А. А. Алиев, Л. А. Амбарсумов, А. Д. Бабазадэ,
М. Г. Мустафаяев

ЧӘНУБИ-ШӘРГИ ГАФГАЗДА ӨРТҮК ТЕКТОНИКАСЫНЫН ТӘЗАҺҮРЛӘРИ ҺАГГЫНДА ЈЕНИ МӘЛУМАТЛАР

Гују мәлуматлары вә вулкан палчыгы микрофаунасынын өјрәнилмәси нәтижәсиндә Бөјүк Гафгаз мегантиклинориси чәнуб ганадынын чәнуби-шәрг зонасында тәбашир јашлы чөкүнтүләр алтында палеокен-миосен чөкүнтүләри мүәјјән олунамудур. Бу, һәмин зонада тәбашир чөкүнтүләринин рекивал мигјасда өртүк тәшкил егдијини вә бурадакы палчыг вулканларынын да палеокен-миосенин моллас чөкүнтү комплексилә элагәдар олдуғуну көстәрир. Өртүјүн арха сәтһиндә чатјаны парчаланма золағы нефт-газ вә б. фәјдалы газыны үчүн перспективли һесаб олуна биләр.

B. V. Grigoryants, Ad. A. Aliyev, L. A. Ambartsumov, A. D. Baba-Zade,
M. G. Mustafayev

NEW DATA ON SURFACE STRUCTURE MANIFESTATION OF THE SOUTH-EASTERN CAUCASUS

A regional character of overlapping Paleogene and Miocene deposits by Cretaceous ones was established on the southern limb of the Great Caucasus meganticlinorium in the region of its south-eastern subsidence. Due to this, the relation of mud volcanoes, localized within covering plate of Cretaceous rocks, to underlying complex of mostly molassal formations of the Paleogene-Miocene age becomes evident. The oil and gas deposits and other useful minerals were suggested to be timed possibly to the large zone of rocks fracture, followed along the fault defining the rear line of the covering plate.

УДК 553.078(479.24):330.115

Г. В. МУСТАФАЕВ, Ш. А. БАБАЕВ

О ТИПИЗАЦИИ МЕДНО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ И МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БОЛЬШОГО И МАЛОГО КАВКАЗА МЕТОДОМ КЛАСТЕР-АНАЛИЗА

Значение формационного анализа в металлогении достаточно хорошо известно. Одним из приемов этого анализа является типизация месторождений, ибо выявление новых рудных тел, аналогичных по геологическому положению и минеральному составу, имеет большое практическое значение. Поэтому в последние годы типизация месторождений по комплексу параметров (геологических, структурных, минералогических геохимических и т. д.) все шире проводится на основе математических методов анализа [7]. Этим в значительной степени достигается резкое ограничение разночтения геологами одних и тех же данных и объективная оценка собранной информации.

Нами сделана попытка типизации многочисленных медно-полиметаллических и медно-молибденовых месторождений и рудопроявлений, широко представленных на Малом Кавказе, южном склоне Большого Кавказа и на Северном Кавказе, математическим методом кластер-анализа. Этот детально разработанный многомерный статистический метод в последнее время успешно применяется при классификации геологических объектов [2, 3, 5]. Задача кластерного анализа заключается в том, чтобы на основании некоторого множества характеристик, определения расстояния, коэффициента корреляции или другой меры связи между всеми возможными парами объектов, которым обладает каждый объект, входящий в N , разбить множество N на m -кластеров так, чтобы каждый объект принадлежал только одному подмножеству разбиения, и чтобы объекты, принадлежащие одному и тому же кластеру, были сходными, в то время как объекты, принадлежащие разным кластерам, были разнородными.

Выделение однородных групп, в пределах которых свойства между объектами будут лучше соответствовать друг другу, чем между объектами из других групп, и определение координат центров тяжести этих групп позволяет построить диаграмму последовательных зависимостей таких групп, т. е. дендрограмму, которая в силу своей наглядности не требует дополнительной обработки. В качестве меры связи между всеми возможными парами объектов была использована функция расстояния. В [3] приводятся различные функции расстояния, среди которых можно отметить: евклидово расстояние, l_1 — норма, супремум-норма, l_1 — норма, Маханолобиса и др. Нами в качестве меры расстояния использована l_1 — норма. По этой функции расстояния между $i(X_i)$ и $j(X_j)$ объектами вычисляется по следующей формуле:

$$d_i(X_i, X_j) = \left[\sum_{k=1}^p |X_{ik} - X_{jk}| \right];$$

Здесь K — номер признака; X_{ik}, X_{jk} — значение признака у i -го и j -го объектов; $d_i(X_i, X_j)$ — расстояние между этими объектами. Рабочая программа кластер-анализа написана на алгоритмическом языке PL/I для ЕС-1022. В результате работы программы на печать выдается таблица, характеризующая очередность отдельных и сгруппированных объектов. По мере увеличения между ними расстояния, машинная реализация таблицы очередности объектов заключается в расположении кластеров на графике без пересекающихся связей в таком порядке, который бы соответствовал их положению в многомерном пространстве. Результат кластеризации объектов выдается на печать в виде графика Q -типа. В общей сложности были использованы данные по 42 месторождениям, характеристика которых приводится в [1, 4, 6, 7].

В проведении данной работы основным являлся подбор признаков, повторяющихся при описании месторождений, т. е. шкалы признаков, объективно отражающих различные параметры месторождений. Изучение обширной литературы по указанным регионам позволило подобрать две группы признаков. Первую группу составили:

1. Структурное положение месторождений — размещение их в антиклиналях, синклиналях или на их крыльях.
2. Взаимоотношение с тектоникой — локализация оруденения в разломах северо-восточного, северо-западного простираний, либо на их пересечении.
3. Связь с магматизмом — размещение их в интрузивах, в зальбандах даек, отсутствие магматических тел.
4. Вмещающие породы — сланцы, глины, кислые вулканиты, основные вулканиты, гранитоиды.
5. Возраст месторождений.
6. Стадии минерализации — формирование месторождений в одну, две, три и более стадий.
7. Измененные околорудные породы — вторичные кварциты или окварцевание, роговики, скарны, серитизация и каолинизация.
8. Морфология рудных тел — штокверковая, вкрапленная, жильная, линзо-пластовая.
9. Текстура руд — массивная, прожилково-вкрапленная, полосчатая, пятнистая.

Эти признаки, называемые номинальными, встречаются при описании почти всех месторождений, достаточно обоснованы и являются основными характеристиками геологии рудных месторождений и не вызывают обычно разногласий. Только возраст месторождений как признак порой бывает дискуссионным. Тем не менее, этот признак нами также включен в шкалу, ибо установление принадлежности месторождений к определенным рудным формациям может способствовать более достоверной оценке их возраста, чем предположения без наличия фактического материала.

Отсутствие или присутствие этих признаков фиксировались в бинарной шкале (соответственно «0» или «1»).

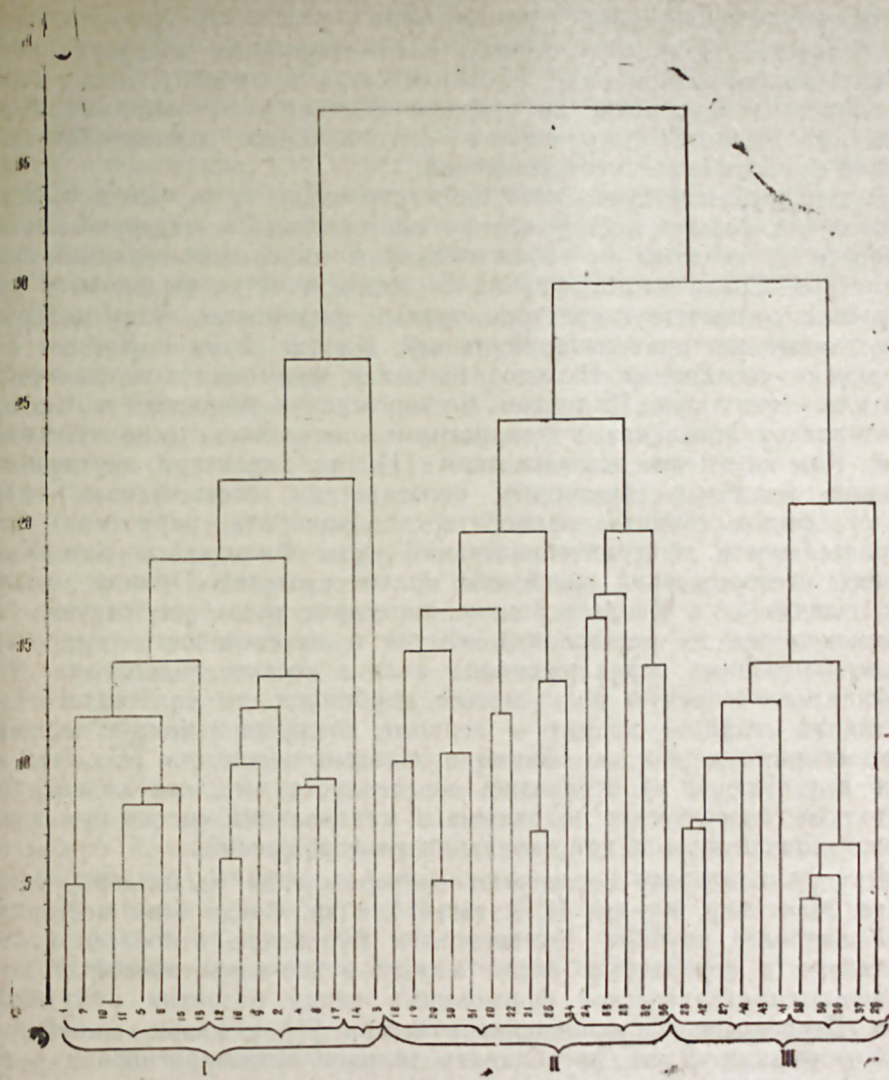
Вторую группу признаков составляют главные рудные минералы месторождений и рудообразующие элементы, которые обычно хорошо изучены, даются в описаниях и представляют собой общедоступную информацию. В качестве признаков использованы: из минералов — пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, пирротин, кобальтин, магнетит, молибденит; из элементов — медь, молибден, свинец, цинк, железо, кобальт, мышьяк и висмут. Для минералов и элементов выбрана полуколичественная оценка их значимости в десятибалльной градации (максимум — 10 баллов, минимум — 0 баллов).

На рисунке приводятся результаты кластер-анализа в виде дендрограммы, из которой следует, что все месторождения составляют одну ассоциацию, подразделенную на три группы: в первую входят колчеданные месторождения Б. Кавказа, во вторую — меднорудные месторождения М. Кавказа и в третью — медно-молибденовые месторождения М. Кавказа. Медно-полиметаллические месторождения Б. Кавказа (I гр.) размещаются в пределах Тфанской структурно-формационной зоны, в песчано-сланцевой толще ниже-среднеюрского возраста (тоар-нижнеааленских). Считается, что в верхах средней юры (байос) оруденение уже отсутствует. По геологическим условиям рудообразования и минеральному составу перечисленных месторождений выделяются медно-пирротиновая, кварц-халькопиритовая и колчеданно-полиметаллическая. Для первых двух формаций характерны жилы, штокверки, для последней — линзообразные тела согласные или близогласные с вмещающими породами. Выделенные рудные формации, как отмечается в [4], не имеют четких границ, связаны между собой постепенными переходами, но характеризуются преобладанием тех или иных рудных минералов, поэтому выделяются различные минеральные типы месторождений.

Меднорудные месторождения М. Кавказа (II гр.) географически располагаются в пределах север-северо-восточной территории, в Сомхито-Агдамской и Кафанской структурно-формационных зонах, по ряду авторов, являющихся единой структурой, расчлененной тектоническими процессами. Месторождения пространственно тесно ассоциируются с выходами среднеюрских кварцевых порфиров (кератофилов), размещаясь либо на их контактовых зонах и, по мнению большинства геологов, генетически связаны с субвулканической фацией липаритовой магмы. Месторождения относятся к колчеданной формации, в меньшей степени — к жильной медно-полиметаллической. Ряд из них (Хархарское) тяготеет к медно-порфировой формации. Для них характерны штокверковая, вкрапленная и жильная форма оруденения. По преобладанию рудных минералов здесь также выделяют месторождения различных типов.

Медно-молибденовые месторождения М. Кавказа (III гр.) располагаются в различных тектонических зонах, но все они размещаются в третичных гранитоидах (реже на их экзоконтактах), с которыми генетически связаны. Месторождения относятся к медно-порфировой и молибденовой формациям, характеризуются в первом случае, главным образом, штокверковым, во втором — жильным и прожилково-вкрапленным типом оруденения. Как и в колчеданных формациях, в них выделяются несколько стадий минерализации.

Как видно из дендрограммы, месторождения по результатам кластер-анализа четко разделены на три семейства генетически родст-



Дендрограмма месторождений колчеданной и медно-порфировой формаций Большого и Малого Кавказа по результатам кластер-анализа.

I группа. Медно-полиметаллические месторождения Б. Кавказа: 1 — Кызыл-дере; 7 — Калья; 10, 11 — Мачхалор I, II, 5 — Курдул II; 6 — Аттагай; 15 — Девдо-заг; 13 — Бурон; 12 — Филизчай; 16 — Кацдаг; 9 — Мачхалор IV; 2 — Хиов; 4 — Борч I; 8 — Курдул I; 17 — Катех; 14 — Каурбеккох; 3 — Цимирицы.

II группа. Меднорудные месторождения М. Кавказа: 18 — Кедабек, 19 — Новогореловка; 29 — Алаверды; 30 — Шамлуг; 31 — Ахтала; 20 — Биттибулак; 22 — Хархар; 21 — Асрикчай; 25 — Гюльятаг; 34 — Кафан; 24 — Тромбон; 33 — Сиомадан; 23 — Кошкарчай; 32 — Чибухли; 35 — Тиграноберд.

III группа. Медно-молибденовые месторождения М. Кавказа: 28 — Диахчай; 28 — Агарак; 27 — Агюрт; 40 — Мисдаг; 43 — Парагачай; 41 — Дастакерт; 28 — Шикакох, 39 — Техут, 36 — Каджаран, 37 — Анкаван, 26 — Мисхана

венных рудных формаций (формационные ряды). В пределах каждого семейства установлен переход одной формации в другую, но и в общем эволюционном ряду, от нижней юры к миоцену, медно-полиметаллическое оруденение во времени сменяется на медно-молибденовое, что является отражением региональных геотектонических условий формирования месторождений.

В дендрограмме привлекает внимание также и то, что в каждой из групп некоторые месторождения обособились в подгруппы в зависимости от сходства их геологических и минералого-геохимических параметров. Среди месторождений Б. Кавказа четко выделяются три подгруппы, соответствующие трем рудным формациям. Одну подгруппу составляют месторождения Филизчай, Кацдаг, Борч I, Курдул I и ряд других, отнесенных исследователями к формации колчеданно-полиметаллических руд. При этом месторождения Филизчай и Кацдаг по комплексу признаков в дендрограмме оказались тесно сближенными. Как отмечают исследователи [1], по характеру внутреннего строения, текстурно-структурным особенностям, соотношению главных сульфидов (пирита, сфалерита, халькопирита, пирротина), последовательности минералообразования руды Филизчайского и Кацдагского месторождений проявляют полное сходство. Правда, имеются и отличия — в Кацдаге ранние пиритовые руды отсутствуют (но не исключается их регнерация), состав и интенсивность гидротермально-измененных пород различны: если в составе гидротермалитов на Филизчае основную роль играют карбонаты, то на Кацдаге — ассоциация кварц — хлорит — серицит, создающие вокруг залежей метасоматическую колонку фаций вторичных кварцитов [1]. Тем не менее эти отличия не отразились на дендрограмме, откуда следует, что только геологическое положение и минеральный состав руд играют определяющую роль при типизации месторождений.

Другую подгруппу составляют месторождения Кызылдере, Кальялское, Мачхапор, Курдул II, Аттагай I и др. Среди этих месторождений наиболее крупные, Кызылдере и Буронское, относятся исследователями к переходным типам между медно-пирротиновой и колчеданно-полиметаллической формациями ввиду развития руд обоих типов. Деврокское месторождение отнесено [4] к кварц-халькопиритовой формации. Здесь преобладает халькопирит-пирротиновая руда, на которую накладывается галенит-сфалеритовая минерализация. По результатам кластер-анализа все они оказались в группе, члены которой считаются типичными представителями медно-пирротиновой формации. Поэтому перечисленные месторождения должны быть отнесены только к медно-пирротиновой формации.

Несколько обособленную подгруппу составляют рудопроявление Цимирцы, относимое к кварц-халькопиритовой формации, и Каурбекхохское, которое считается типичным месторождением медно-пирротиновой формации. Эти рудопроявления объединяют наличие кобальтовой минерализации (Цимирцы) и повышенные содержания кобальта в руде (Каурбекхохское), что, однако, отличает их от других месторождений. Очевидно, необходимо вносить коррективы в формационную принадлежность указанных месторождений и считать их обогащенной кобальтом, колчеданно-полиметаллической субформацией и медно-пирротиновой формацией, либо выделить в самостоятельную медно-кобальтовую формацию. На М. Кавказе семейства меднорудных

и медно-молибденовых месторождений также делятся на подгруппы. Наиболее однородны подгруппы в семействе медно-молибденовых месторождений, объединяющие месторождения Каджаран, Анкаван, Шикахох, Техутское и Дастакерт, Парагачай и другие, а также одна подгруппа семейства меднорудных месторождений (Транбонское, Сисимаданское, Кошкарчайское и др.). Более пестрая картина наблюдается в подгруппе, где объединились такие сходные по геологическим условиям формирования меднорудные месторождения, как Кедабек, Алаверды, Шамлуг, Кафан и др. В этой же подгруппе оказались Хархарское и Биттибулакское месторождения, соответствующие по характеру оруденения больше медно-порфировой формации.

Анализ геологического положения месторождений показывает, что геотектонический фактор при группировке или типизации месторождений не играл определяющей роли. Например, медно-молибденовые месторождения Каджаран, Анкаван, Шикахох и Техутское, оказавшиеся в одной группе, находятся в различных структурно-формационных (и в совпадающих в границах с ними различных металлогенических) зонах: Зангезурской (Каджаран, Анкаван), Сомхито-Агдамской (Техут) и Кафанской (Шикахох). Морфология рудных тел также, очевидно, не играет определяющей роли. Хархарское медно-порфиговое месторождение, Асрикчайское колчеданное, Кафанское со сложной морфологией руд и другие находятся в одной, меднорудной, группе месторождений М. Кавказа. Вероятно, это обусловлено тем, что в колчеданных месторождениях наряду со штокверковыми рудами устанавливается и вкрапленное оруденение. Отсюда можно сделать обратный вывод о том, что в рудопроявлениях, на дневной поверхности характеризующихся вкрапленным оруденением, с глубиной можно ожидать штокверковые залежи. Так, по аналогии с Кафанским месторождением, в Гюльятягском проявлении на глубине возможно нахождение штокверковых руд, или на Биттибулакском проявлении по аналогии с Хархарским месторождением следует ожидать проявлений молибденовых руд. Другими словами, кластер-анализ позволяет делать также определенные прогнозы. Этому особенно способствовало бы установление степени информативности каждого признака.

Таким образом, результаты проведенного кластер-анализа показывают, что выделяемые исследователями рудные формации по геологическому строению и вещественному составу руд находят подтверждение и при статистической обработке фактического материала, на примере медно-полиметаллических и медно-молибденовых месторождений Кавказа. Хотя геологическое строение и вещественный состав по эмпирическим данным и являются определяющими при типизации месторождений, необходимо проведение исследований по установлению информативности каждого признака, приводимого геологами при изучении месторождений. Это — самостоятельная задача, которая даст возможность выбора признака с наибольшей информативностью. Установление признака с наибольшей информативностью одновременно поможет определенной стандартизации описаний месторождений, что значительно облегчит применение различных статистических методов в рудной геологии. При четкой диагностике отдельных признаков (параметров) месторождений статистическими методами, в частности, кластер-анализом возможна не только типизация место-

рождений, но и прогнозирование новых, не вскрытых залежей. Данный методический прием может послужить одним из поисковых критериев.

Литература

1. Геология СССР, т. 47, Азербайджанская ССР. Полезные ископаемые. М., «Недра», 1976.
2. Дэвис Дж. Статистика и анализ геологических данных. М., «Мир», 1977.
3. Дюрэн Б., Одед П. Кластерный анализ. М., «Статистика», 1977.
4. Колчеданные месторождения Большого Кавказа. М., «Недра», 1973.
5. Мазилов В. Н., Кашик С. А. Применение кластер-анализа при минералогических исследованиях. В кн.: «Основные методы математической геологии и результаты исследований». Якутск, 1980.
6. Металлогения Азербайджана. Баку, изд. АН Азерб. ССР, 1962.
7. Металлогенетический анализ рудоконтролирующих факторов в рудных районах. М., «Недра», 1972.

Г. В. Мустафаяев, Ш. Е. Бабаев

БӨҮК ВӘ КИЧИК ГАФГАЗЫН МИС-ПОЛИМЕТАЛ ВӘ МИС-МОЛИБДЕН ЈАТАГЛАРЫНЫН КЛАСТЕР-АНАЛИЗ МЕТОДУ ИЛӘ ТӘСНИФАТЫ

Кластер-анализ методунун тәтбиғи нәтижәсиндә тәдғиг олуған јатағлар 3 група ајрыламышдыр. Биринчи група Бөјүк Гафгазын колчедан јатағлары икинчијә—Кичик Гафгазын мис филизли јатағлары вә үчүнчүјә—Кичик Гафгазын мис-молибден јатағлары дахилдир. Истифаде олунууш кәстәричиләрин информативлик дәрәжәсинин тәјини јатағларын тәсвиринин стандартлашдырылмасына көмәк едиб филиз кеолокијасында мүхтәлиф статистик методларын тәтбиғини асанлашдырачағдыр.

G. V. Mustafayev, Sh. A. Babayev

ON TYPIFICATION OF COPPER-POLYMETALLIC AND COPPER-MOLYBDENUM DEPOSITS OF THE MINOR AND MAJOR CAUCASUS BY THE METHOD OF CLUSTER-ANALYSIS

Investigated deposits are subdivided into three groups as a result of use of cluster-analysis. Pyrite deposits enter into the first, copper-metalliferous deposits of the Minor Caucasus — into the second and copper-molybdenum deposits of the Minor Caucasus — into the third group. Establishment of degree of informativity of used indications will help in standartization of deposits description and will facilitate the use of different statistic methods in metalliferous geology.

УДК 552.1.537

Д. Г. СУВАРОВ, Х. Д. ДЖАФАРОВ

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НЕФТЕНАСЫЩЕННЫХ ПОРОД И ПОРОД С ВКРАПЛЕНИЯМИ СУЛЬФИДНЫХ МИНЕРАЛОВ

Для оценки влияния особенностей дисперсии электрических свойств горных пород на результаты электроразведки, а также для расчетов систем шахтной подземной радиосвязи необходимо в лабораторных условиях определить комплекс электрических параметров горных пород. Известен ряд способов их определения как в лабораторных, так и в полевых условиях [2—8]. Анализ фактических данных свидетельствует о том, что электрические свойства одних и тех же пород и в пределах одних и тех же площадей изменяются как в вертикальном, так и горизонтальном направлениях.

В настоящей работе приведены результаты лабораторного определения удельного электрического сопротивления (ρ), диэлектрической проницаемости (ϵ), коэффициента поглощения электромагнитных волн (α), фазовой скорости электромагнитных волн (V_{ϕ}) и эффективной глубины проникновения электромагнитных волн (U) в породах одного из крупнейших полиметаллических месторождений Белокано-Закатальской рудной зоны и Ярегского месторождения объединения «Коминетфть».

Породы были отобраны из Белокано-Закатальской зоны в скважинах и штольнях Кацдагского, Филизчайского и Катехского месторождений, а также из шахт Ярегского месторождения с таким расчетом, чтобы можно было наиболее полно изучить вышеупомянутые параметры во всем вскрытом разрезе.

Изменения этих параметров проводились при сухом, воздушно-сухом и 100% влажном состояниях образцов пород на двухэлектродной установке с помощью одинарного четырехплечного моста переменного тока с компенсацией емкостной составляющей при нормальном давлении и температуре 21°C [5].

Источником питания измерительной цепи служил звуковой генератор типа ГЗ-33. Для уравнивания электрического сигнала на выходе индикаторной диагонали был использован ламповый милливольтметр типа ВЗ-13А. Электрические параметры при частотах свыше $2 \cdot 10^5$ Гц определялись резонансным методом с помощью куметров типа КВ-1 [7, 8].

Исследуемые породы, слагающие Белокано-Закатальскую рудную зону, состоят из сланцев и песчаников юрского и нижнемелового возрастов, группируемых по металлогенетическим признакам в несколько свит. Глинистые породы имеют большое распространение в этой зоне и являются одним из важнейших компонентов разреза юрских отложений.

Литологический разрез Ярегского месторождения объединения «Коминьфть», включая эксплуатационный объект (условно называемый III пластом) и толщу осадочных отложений над ним, следующий: песчаники и пески III пласта с прослойками мелкоземов, глин и аргиллитов; надпластовая аргиллитовая пачка; толща туффондных глин (туффитов) зеленовато-серого цвета с интрузиями диабазов и диабазовых мандельштейнов. Возраст нижней части III пласта определяется как эйфельский, а верхней — живетский (средний девон).

Результаты проведенных нами исследований показывают, что в зависимости от степени сланцеватости и от содержания рудных минералов, удельное электрическое сопротивление глинистых сланцев юрских отложений в 100% естественно влажном состоянии при частоте тока 10^3 Гц изменяется от 48 до 1544 Ом·м ($\rho = 516$ Ом·м, по 38 образцам). Этот параметр для рассланцованных алевролитов варьирует в пределах от 147 до 1448 Ом·м ($\rho = 748$ Ом·м, по 53 образцам). Метаморфические песчаники отличаются от предыдущих пород своими высокими значениями ρ — от 1585 до 2168 Ом·м ($\rho = 1877$ Ом·м, по 27 образцам). У диабазов удельное электрическое сопротивление в сильной степени зависит от влажности; при частоте 10 кГц она изменяется почти в 11 раз. В то же время ρ обожженного аргиллита от влажности почти не зависит. В 100% влажном состоянии ρ диабазы незначительно зависят от частоты поля. Удельное сопротивление пород, пропитанных нефтью, изменяется от 80 до 80000 Ом·м.

С целью выяснения связи величины удельного сопротивления ρ с частотой электромагнитного поля при различной влажности пород были выполнены серии измерений ρ образцов в широком диапазоне частот при их воздушно-сухом, водонасыщенном и абсолютно сухом состоянии. При этом установлено, что значения ρ высокоомных пород (в этих породах эффективная пористость не превышает 0,2%) сильно уменьшается с ростом частоты поля (см. рис. 1, а, обр. 455—455').

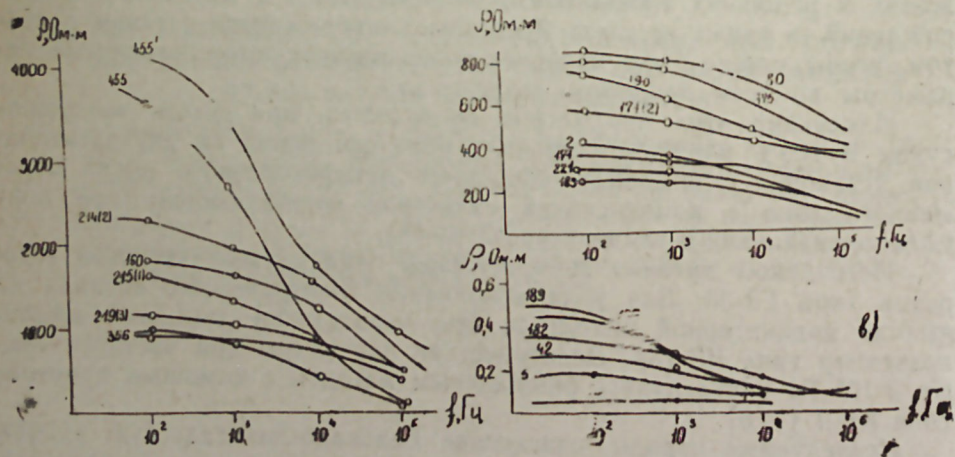


Рис. 1. Зависимость удельного электрического сопротивления метаморфизованных пород и руд от частоты электрического поля: а — метаморфические сланцы; б — метаморфические сланцы с включениями рудных минералов; в — полиметаллические руды

В широком диапазоне проявляется частотная дисперсия удельного электросопротивления в сланцах различного типа (рис. 1). Здесь эти породы разделены на две группы: сланцы, имеющие в своем составе в различном количестве рудные зерна (рис. 1, б), и чистые рассланцованные безрудные породы (рис. 1, а). Наблюдается, что удельное электросопротивление в безрудных сланцах сильно уменьшается с повышением частоты. Чем больше удельное электросопротивление породы, тем больше дисперсия. Присутствие в составе пород рудных минералов приводит к меньшей частотной дисперсии.

Частотные характеристики ρ полиметаллических руд проверены на полосчатых, вкрапленных и массивных рудах (рис. 1, в). В результате выявлено, что полосчатые и вкрапленные руды (обр. 42, 182, 189, 192, рис. 2, в) по сравнению с массивной рудой (обр. 5, 31, 45, рис. 2, в) обладают наибольшей частотной дисперсией. Массивный халькопирит, сфалеритовые руды отличаются наименьшими

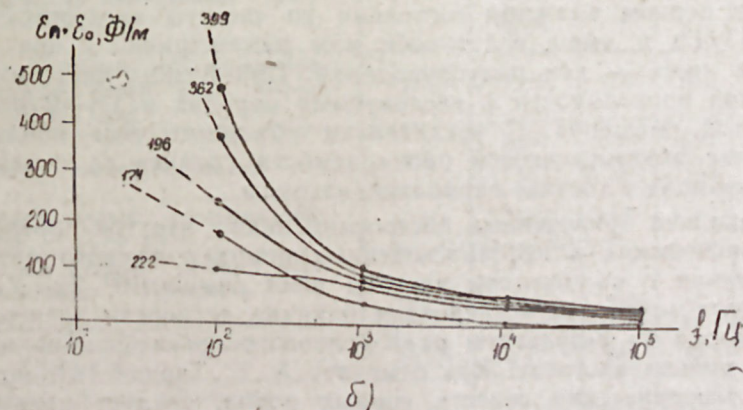
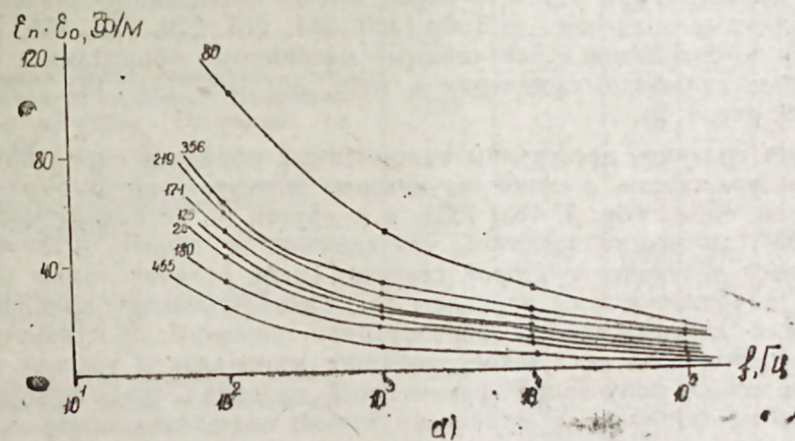


Рис. 2. Зависимость диэлектрической проницаемости метаморфических (а) и рудовмещающих (б) пород от частоты электрического поля

удельными сопротивлениями по сравнению с полосчатой пиритовой полиметаллической рудой.

Результаты определения диэлектрической проницаемости пород и пород с вкрапленностью сульфидных минералов в зависимости от частот поля представлены на рис. 2, а в таблице приведены значения диэлектрической проницаемости в зависимости от влагонасыщенности при различных частотах электрического поля для различных осадочно метаморфизованных пород. Из приведенных построений видно, что для одних и тех же групп пород изменения значения ϵ находятся в довольно широких пределах при неизменной частоте поля. Участие в минералогическом составе пород рудных минералов приводит к существенному повышению их диэлектрической проницаемости. Значение диэлектрической проницаемости пород, определенное в воздушно-сухих образцах, меньше, чем во влажных. Наименьшая ϵ наблюдается в рассланцованных песчаниках, известняках. Для подавляющего большинства пород без вкрапленности сульфидов значения ρ изменяются в пределах 900—5000 Ом·м, а ϵ — от 10 до 106. Окварцованные разности пород имеют повышенные значения ρ и пониженные значения ϵ (обр. 180, 214, 215, 219, 356, 455, рис. 1, а, 2, а) по сравнению с неизменными массивными образцами с вкрапленностью сульфидных минералов (обр. 80, 168, 171, 183, 196, 222, 362, 399, рис. 1, 2).

Если сравнить две группы одноименных образцов пород при одинаковой влажности, в одной из которых присутствуют рудные минералы (см. табл., обр. 2, 183, 186), а в другой — безрудные (обр. 45, 171, 455), то можно заметить, что значение ϵ первой в 2—4 раза превышает значение ϵ второй группы. Такое отличие также наблюдается в трещиноватых породах. Эта закономерность, по-видимому, связана с дополнительным образованием порового пространства в горных породах за счет токопроводящих минералов и трещин в них. Следовательно, полученный фактический материал свидетельствует о том, что на величину ϵ влияет не только влажность самой породы, но и наличие в ней рудных минералов, а также трещиноватостей (см. табл.).

В результате исследования установлено, что метаморфические породы в полном влажном состоянии до частоты электромагнитного поля 10^2 кГц и выше ведут себя как диэлектрики, а при частоте 10 кГц и ниже — как полупроводники. При низких частотах (ниже 50 Гц) ток проводимости в исследуемых породах в 1,5—2 раза превышает ток смещения. С увеличением объемного веса наблюдается уменьшение диэлектрической проницаемости сланцев за исключением пород, имеющих в составе вкрапленники руды.

Из анализа приведенных построений видно, что ток проводимости в метаморфических и нефтенасыщенных породах намного ниже, чем ток смещения с наложением частоты поля свыше 10^8 Гц. Учитывая это обстоятельство, мы исследовали влияние дисперсии электрических свойств пород на результаты радиоволнового просвечивания на относительно низких частотах. Как отмечает А. Г. Тархов [6], при определении электрических свойств горных пород, следует пользоваться данными наблюдений на относительно низких частотах, особенно при больших сопротивлениях, где зависимость от частоты проявляется менее резко.

Изменение диэлектрической проницаемости метаморфических пород от частоты электромагнитного поля

Порода и ее характерная черта	Номера образцов	Диэлектрическая проницаемость, f , кГц				Влажность, %
		0,1	1	10	100	
1	2	3	4	5	6	7
Глинистый сланец темно-серый, с включением руды, слоистый	2	13700	1950	1735	668	100
		1715	495	273	105	20
Рассланцованный глинистый алевролит, слоистый, на одном контакте имеются трещины	45	31700	6930	2170	746	100
		3870	863	270	93	12
Глинистый сланец, слоистый. Плотность — 2,43 г/см ³	171	8470	1560	665	278	100
		3160	713	303	127	45
		304	115	85	38	13
Песчаник мелко зернистый, трещиноватый, трещины заполнены СаСО ₃ , слоистый. Плотность — 2,70 г/см ³	180	2760	1160	780	262	100
		1060	880	753	260	50
		317	145	98	33	5
Рассланцованный алевролит. Плотность — 2,59 г/см ³	180а	133	110	94	30	0
		820	313	212		10
		32800	7740	2610	1170	100
Глинистый сланец, слоистый. Плотность — 2,51 г/см ³	181	14100	3570	1260	460	40
		8940	2117	712	319	27
		1740	447	104	95	0
Глинистый сланец с участием пятнистой вкрапленности руды. Плотность — 2,87 г/см ³		4970	5520	3720	1450	100
		6260	695	467	176	0
Глинистый сланец с мелкозернистыми рудными минералами. Плотность — 2,72 г/см ³		16450	4940	2860	1120	100
		4102	1110	492	143	6
		2060	615	357	139	0
Глинистый сланец. На одном контакте имеются зерна руды. Плотность — 2,67 г/см ³	125	4280	1290	615	407	10
		6050	2660	1915	660	100
Глинистый сланец, слоистый	455	761	332	239	82,5	12
		27200	3740	1384	1245	100
Глинистый сланец, трещиноватый. Плотность — 2,78 г/см ³	9					
Глинистый сланец, сильно метаморфизованный. Плотность — 3,16 г/см ³	211	375	188	87	50	0
Глинистый сланец, слоистый. Плотность — 2,76 г/см ³	215	117	92	67	54	0
Глинистый сланец. Плотность — 2,70 г/см ³	214	—	42,6	29,4	24,6	0
Глинистый сланец, слоистый. Плотность — 2,50 г/см ³	217	114	64	52	43	0
Глинистый сланец, слоистый. Плотность — 2,71 г/см ³	219	98,7	55,7	35,6	—	0

Известно, что коэффициент поглощения электромагнитных волн связан с электрическими параметрами горных пород следующей формулой [1]:

$$\alpha = \omega \sqrt{\varepsilon_a \mu_a} \sqrt{\frac{1}{2} \left(\sqrt{\left(\frac{\gamma}{\omega \varepsilon_a} \right)^2 + 1} - 1 \right)},$$

где ω — угловая частота поля;
 ε_a — абсолютная диэлектрическая проницаемость;
 μ_a — абсолютная магнитная проницаемость;
 γ — удельная электропроводность.

На рис. 3 приведена зависимость коэффициента поглощения, полученного расчетным и экспериментальным путями, от частоты поля для нефтенасыщенных пород. Наблюдается, что значения коэффициента поглощения при эксперименте ниже, чем расчетное значение. Это объясняется тем, что на величину коэффициента поглощения

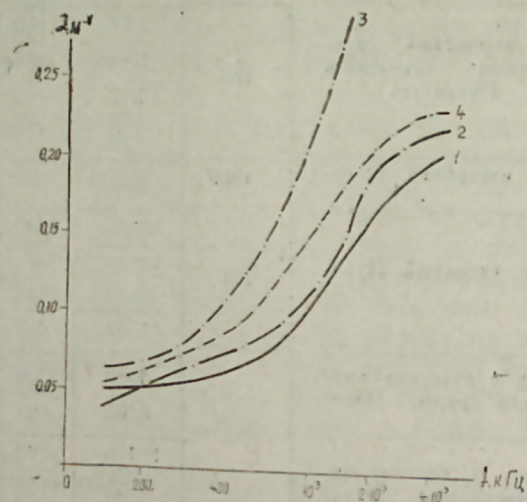


Рис. 3. Зависимость коэффициента поглощения нефтенасыщенных пород от частоты электрического поля: 1 — затухание сигнала получено экспериментально; 2 — диабаз-аргиллит (в сухом состоянии); 3 — диабаз-аргиллит (во влажном состоянии); 4 — диабаз-туффит

влияет как минералогический состав пород, так и состав порозаполняющие флюиды в породе. Измерения показывают, что породы, доставленные из обводненных зон нефтяного месторождения, могут быть неблагоприятны для распространения электромагнитных волн из-за низкого значения ρ пород в пределе месторождения. Наиболее благоприятные условия для распространения радиоволн могут создать песчаники, насыщенные нефтью, которые обладают удельным электросопротивлением $(2-6) \cdot 10^3$ Ом·м и больше.

На рис. 4 показана зависимость коэффициента поглощения, фазовой скорости электромагнитной волны, диэлектрической проницаемости и глубины проникновения электромагнитных волн от частоты

поля для пород, слагающих полиметаллические месторождения Белокано-Закатальской зоны. Основные выводы, вытекающие из анализа рис. 3, 4, можно свести к следующему: в целом подтверждаются

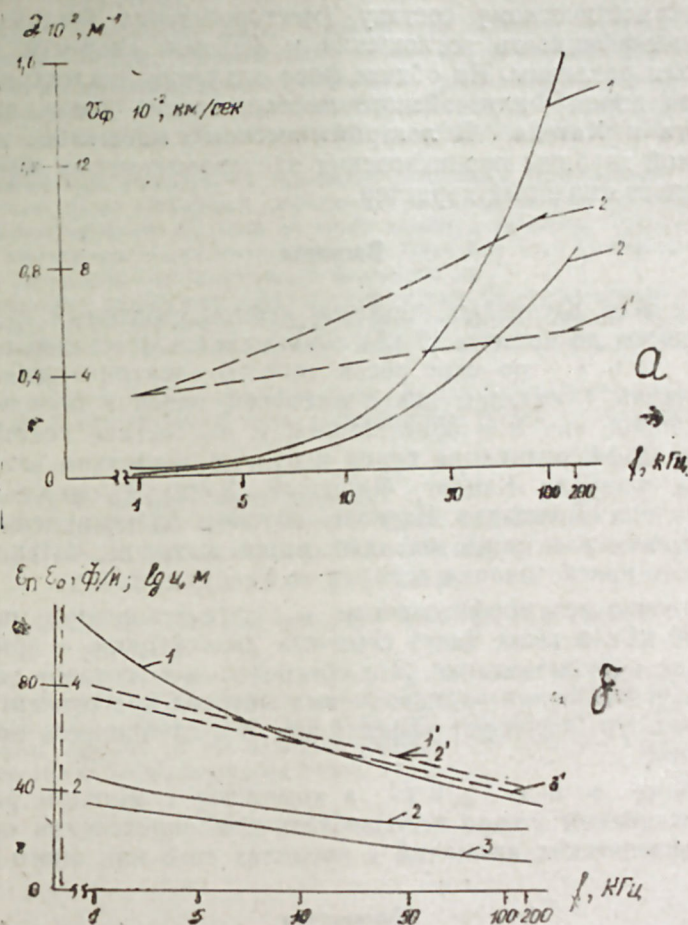


Рис. 4. Зависимость коэффициента поглощения (α), фазовой скорости электромагнитных волн ($V_{\text{ф}}$, км/с), диэлектрической проницаемости (ε) и глубины проникновения электромагнитных волн (U) метаморфических пород от частоты поля:

α — кривые коэффициента поглощения (1, 2) и фазовой скорости (1); 2 — по месторождениям Филлизчай (1-1') и Катеха (2-2'); 6 — диэлектрическая проницаемость (1-3) и глубина проникновения электромагнитных волн (1'-3') по месторождениям Филлизчай (1-1'), Кацдага (2-2') и Катеха (3-3')

общие представления об увеличении коэффициента поглощения с ростом частоты электрического поля, что вытекает также из анализа формулы [6]:

$$\alpha = \omega c^{-1} \sqrt{\varepsilon} \sqrt{-\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{1 + \left(\frac{2\sigma}{\varepsilon f} \right)^2}}$$

Причем эта зависимость в полулогарифмическом масштабе носит степенной характер, а фазовая скорость электромагнитных волн в этом масштабе — прямолинейный.

Из-за отличия пород по текстурным и структурным особенностям и по минералогическому составу (месторождения Филлизчай, Катех) значение коэффициента поглощения и фазовой скорости электромагнитных волн различны. На общем фоне значения диэлектрической проницаемости пород Филлизчайского месторождения выше, чем таковые из Кацдага и Катеха. В логарифмическом масштабе зависимость эффективной глубины проникновения электромагнитных волн от частоты поля имеет линейный характер.

Выводы

1. Для всех изученных образцов нефтенасыщенных и полиметаллических пород до частоты 10 кГц наблюдается отчетливо выраженная дисперсия ρ и ε по мере роста частоты электрического поля. Высокие значения ε связаны как с наличием влаги в породе, трещиноватостью пород, так и с присутствием в их составе токопроводящих минералов. Дифференциация пород и руд по значениям электрических свойств на площади Кацдаг, Филлизчай, Катех и смежных районов южного склона Большого Кавказа создает благоприятные условия для проведения электроразведочных работ методом МПП, ВП и радиоволнового просвечивания.

2. Осадочно-метаморфизованные и нефтенасыщенные породы при частоте 100 кГц и выше ведут себя как диэлектрики, а при 10 кГц и ниже — как полупроводники. Это обстоятельство создает условия для разработки и внедрения радиоволновых методов при относительно низких частотах, что повышает эффективность и глубинность проведенных исследований.

3. Данные ρ , ε , α , V_{ϕ} и U в комплексе с методом радиоволнового просвечивания можно использовать для определения природы и других геофизических аномалий в пределах того или иного региона.

Литература

1. Говорков В. А., Купалян С. Д. Теория электромагнитного поля в упражнениях и задачах. М., «Высшая школа», 1970.
2. Кононенко И. И. Электрические свойства горных пород Урала в высокочастотном электромагнитном поле. Теория и практика электрометрии. Свердловск, 1972.
3. Пархоменко Э. М. Электрические свойства горных пород. М. «Наука», 1965.
4. Семенова С. Г. Электрические свойства изверженных и метаморфических пород в электромагнитном поле радиочастотного диапазона. «Изв. АН СССР, Физика Земли», 1968, № 6.
5. Суваров Д. Г. АНХ, 1972, № 8.
6. Тархов А. Г. Определение электрических свойств горных пород по затуханию радиоволны. «Изв. АН СССР, серия геофизическая», 1956, № 5.
7. Katsube F. Y., Collet L. S. Measuring techniques for rocks with high permittivity and high loss. Geophysics, 1973, v. 38, 11.
8. Fyller B. D., Ward S. H. Linear system description of the electrical parameters of rocks. IEEE Transactions, 1970, v. ge. 8, No. 1.

Д. Г. Суваров, Н. Д. Джфаров

НЕФТЛЭ ДОЙМУШ СҮХУРЛАР ВЭ СУЛФИД МИНЕРАЛЛЫ СҮХУРЛАРЫНЫН КОМПЛЕКС ЕЛЕКТРИК ХАССЭЛЭРИНИН ТЭДГИГАТ НЭТИЧЭЛЭРИ

Мэгалэдэ лабораторија шэраитиндэ тэдгиг олунмуш ејни мэншэли мүхтэлиф тэр-
ибли сүхурларын хүсүси електрик мүгавимэтинин (РОм. м), диелектрик нүфузулуу
Ф/М), електромагнит далгаларынын удулма эмсалы (v м⁻¹), фаза сүр'эти (V_{ϕ} км/сан),
нүфузетмэ дэринилижинин (И, м) өјрөнилмэси нэтичэлэри верилир. Тэдгиг олунмуш
сүхурлар Балакэн—Загатага филизли саһэлэриндэн вэ «Коминейт» бирилижинин Јареч ја-
гындан көтүрүлүмүшдүр.

Арашдырманын нэтичэлэри көстөрир ки, өјрөнилэн рајонларда електромагнит дал-
галарынын удулма эмсалы, далга тезлижинин артмасы илэ експотенциал хэтт үзрэ артыр.
Фаза сүр'эти исэ жарымлогарифмик мигјасда дүзхэтли характер дашыјыр. Сүхурларын
структур, текстур вэ минераложии тэркиблэри мүхтэлиф олдулары үчүн електромагнит
далгаларынын удулма эмсаллары бир-бирлэриндэн фэрглидирлэр.

Үмуми фонда сүхурларын диелектрик нүфузулуунун гијмэти Филлизчай јагагында эн
ох. Катехдэ—эн аз, Катс дагда исэ аралыг тэшкил етдији ашкар едилмишдир. Нефтли
умдашлы сүхурлар, филизли сүхурларын экинэ олараг радиодалгаларын јајылмасы
нүн јахшы шэраит јагадыр.

Нэтичэдэ, кеоложи кэсалишлэрин дифференциасијасы вэ даг сүхурларынын мэншэји-
н анд бэзи мэсэлэлэри ајдынашдырмаг үчүн электрометрик үсулуун тэтбиги тэклиф
луноур.

D. G. Suvarov, H. D. Djafarov RESULTS OF COMPLEX INVESTIGATIONS OF ELECTRICAL PROPERTIES OF OIL-SATURATED ROCKS AND ROCKS WITH IMPREGNATIONS OF SULFIDES

This paper provides the results of laboratory tests for rock electrical
properties ρ , $\Omega \cdot m$; ε , F/m ; b , m^{-1} ; V_{ϕ} ; Rm/sec . U , m) to estimate the
influence of the features of rock electrical property dispersion on the re-
sults of electrical prospecting for minerals and for theoretical calculations of
underground shaft radio communication. The rocks were sampled from one of
the largest complex deposits of the Belokan-Zackatal ore zone and from
the Yaregsk deposits of the «Comynepht» Union.

УДК 551.794

А. И. ХАЛИЛОВ, Э. К. АЛЕКПЕРОВ, С. С. ВЕЛИЕВ

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСТОРИИ КАСПИЯ В ГОЛОЦЕНЕ

Истории Каспийского моря в голоцене посвящено большое количество работ. Однако ряд проблем, связанных с ней, все еще остается не совсем выясненным, а некоторые даже имеют противоречивые толкования. Среди последних — обстоятельство появления моллюска *Cardium* (*Cerastoderma*) *edule* Linne* (другие названия — *C. lamarski* Reeve, *C. rusticum* Eichwald) и связанная с ним так называемая проблема Маныча.

До середины XX в. господствовало мнение о миграции *C. edule* из Азово-Черноморского бассейна через Маныч. Затем, когда высота среднего течения основной массы отложений с *C. edule* (до —20 м)** была принята за максимальный уровень Каспия в голоцене, то возможность существования водного соединения по Манычу в это время стала отвергаться.

Одни исследователи [8, 10, 13] стали полагать, что *C. edule* является потомком или акчагыльских кардид (*Cardium dombra* Andrus или *Cardium pseudoedule* Andrus.) или Черноморского плейстоценового *C. edule*, проникшего в Каспий в нижнем плейстоцене. При этом они, основываясь на находках створок *C. edule* в бакинских и хазарских отложениях [3, 8, 10], считают, что этот моллюск весь четвертичный период существовал в Каспии в угнетенном состоянии, а в голоцене лишь получил подходящие условия для широкого распространения. Однако экология каспийских плейстоценовых моллюсков показывает, что подобные условия для современного *C. edule* существовали уже в верхнем плейстоцене и даже ранее. В то же время и акчагыльские кариды, и черноморский плейстоценовый *C. edule* имели иную экологию, на что указывает вымирание первых в апшеронское, а второго — в новоэвксинское время [7], условия которых были довольно благоприятными для современного *C. edule*, обладающего широкой эвригалиностью и эвритермичностью [7]***. И если даже створки *C. edule*, найденные в нижнечетвертичных каспийских отложениях, являются не переотложенными акчагыльскими формами, как считает Г. И. Горещкий [2, 3], а представителями черноморского плейстоценового *C. edule*, то выжить в то время в Каспии, всегда имевшем условия более или менее близкие к новоэвксинским [6, 7 и др.], он не мог. Также не имеет оснований и предположение о том, что современный *C. edule* есть потомок акчагыльского или плейстоценового вида, сохра-

* Далее *C. edule*.

** Здесь и далее высоты абсолютные.

*** Андрусов Н. И. выделил акчагыльские моллюски, близкие к *C. edule*, в отдельные виды. По отношению к плейстоценовому виду это еще не сделано. Однако сейчас высказываются мнения, что современный *C. edule* нужно разделить на два и даже более видов, имеющих разную экологию. Об этом см. [1, 7, 12 и др.]

нившегося в каком-то убежище (азиле), так как в голоцене Каспием не был затоплен ни один участок, не затронутый предыдущими трансгрессиями.

Другие исследователи стали считать, что поскольку ни проникновением через Кума-Манычскую впадину, ни местным происхождением объяснить появление *C. edule* невозможно, то остается одно: полагать, что *C. edule* оказался в Каспии случайно и перенесен сюда птицами или человеком [11, 12]. Возражения против заноса *C. edule* птицами, обобщенные П. В. Федоровым [11], заключаются в том, что хотя в Азово-Черноморском бассейне обитали и продолжают обитать множество моллюсков, для которых подошли бы и условия Каспия, птицами почему-то до голоцена не был перенесен ни один моллюск, а в голоцене — лишь *C. edule*. Также остается непонятным, почему птицы, занеся *C. edule* во впадину Карагие, пропустили близлежащие впадины Кашгар-Ата и Каунда с аналогичными условиями. Но и предположение самого П. В. Федорова о пассивном переносе *C. edule* человеком [11, 12] также не отвечает на вышеприведенные вопросы. В XX в. начался и продолжается до сих пор случайный перенос человеком черноморских моллюсков в Каспий (в том числе *Mytilaster lineatus* Gm., ставшего даже руководящим моллюском верхневокаспийских отложений), но все они являются в отличие от *C. edule* обростателями, занесенными на днище судов.

Есть еще мнение о существовании в начале голоцена стока азово-черноморских вод по Кума-Манычской впадине в Каспийское море [6]. Однако мы пока не имеем примера излияния моря, имеющего связь с океаном, во внутреннее озеро. Но даже, если предположить, что подобная связь между Азово-Черноморским бассейном и Каспием в начале голоцена существовала, то вода, по крайней мере вначале, была бы чисто морской, и тогда бы вместе с *C. edule* в Каспий должны были проникнуть и другие моллюски, для которых подходят условия Каспия (хотя бы тот же самый *Mytilaster lineatus* Gm.).

Таким образом, мы видим, что исходя из современных представлений решить проблему *C. edule* невозможно. Это осознается многими исследователями, которые, однако, считая невозможным из-за этой проблемы пересматривать сложившиеся представления, ограничиваются лишь указанием на ее существование или вообще замалчивают ее. Но *C. edule* является руководящим моллюском новокаспийских отложений, и игнорировать эту проблему мы не можем.

Живущий сейчас в Каспийском море *C. edule* является представителем средиземноморской фауны, в течение голоцена заселивший все южные, вплоть до Аральского, моря СССР. Вместе с *C. edule* в Каспийское море проникло 10 видов средиземноморской флоры и фауны [4], в том числе 3 вида рыб. Последние могли пройти лишь по водному пути. В связи с этим возникла проблема Маныча, так как Азово-Черноморский и Каспийский бассейны могли соединяться лишь по Кума-Манычской впадине.

Считается, что геолого-геоморфологические условия Маныча свидетельствуют против существования подобного соединения в голоцене [12]. Отложения с *C. edule*, распространенные по долине Западного Маныча, относят к морским, образованным, якобы, во время существования залива Азовского моря. Но, как отмечает Г. И. Попов [9], эти отложения имеют не морской, а озерный и речной характер,

так как кроме *C. edule* в них никакого другого чисто морского моллюска нет.

Сейчас высота Манычского водораздела равна 28 м. Если даже предположить, что темпы поднятия водораздела были все время такими же, как за последние 100 лет [5], то и в этом случае высота Маныча в начале голоцена (10—8 тыс. лет назад) получается равной не ниже 0—5 м. В то же время, как отмечалось выше, максимальная высота уровня Каспия в голоcene принимается за —20 м.

Таким образом, обобщая все вышеизложенное, мы приходим к двум противоположным выводам: с одной стороны, *C. edule* и другие переселенцы могли попасть в Каспий только водным путем, а с другой — водного соединения Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов в голоcene существовать не могло.

Данной статьей мы хотим привлечь внимание исследователей к этой проблеме, для решения которой необходимо проведение дальнейших, более глубоких, качественных исследований. Только эти исследования позволят правильно воссоздать историю Каспия в голоcene, а вместе с ней решить проблемы Маныча и *C. edule*.

Литература

1. Векилов Б. Г. Антропогенные отложения Северо-Восточного Азербайджана. Баку, «Элм», 1969.
2. Горещкий Г. И. О палеогеографии Приазовья и Западного Приманычья в узунларско-гирканский и буртасский века. «Вопросы географии», сб. 33, 1953.
3. Горещкий Г. И. Формирование долины р. Волги в раннем и среднем антропогене. Аллювий Пра-Волги. М., «Наука», 1966.
4. Зенкович Л. А. Биология морей СССР. М., Изд-во АН СССР, 1963.
5. Лилиенберг Д. А., Ширинов Н. Ш. Современные тектонические движения. В сб.: «Общая характеристика и история развития рельефа Кавказа». М., 1977.
6. Мордухай-Болтовский Ф. Д. Каспийская фауна в Азово-Черноморском бассейне. М.-Л., Изд. АН СССР, 1960.
7. Невеская А. А. Позднечетвертичные двустворчатые моллюски Черного моря. их систематика и экология. М., «Наука», 1965.
8. Николаев В. А. К истории Восточного Маныча в четвертичное время. «Изв. АН СССР, серия геогр.», 1958, № 2.
9. Попов Г. И. История Манычского пролива в связи со стратиграфией черноморских и каспийских четвертичных отложений. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы. Отдел геологии», т. 30, вып. 2, 1955.
10. Султанов К. М. К вопросу о времени переселения *Cardium edule* L. в Каспийское море. «ДАН Азерб. ССР», т. 7, 1951, № 2.
11. Федоров П. В. Стратиграфия четвертичных отложений и история развития Каспийского моря. М., Изд-во АН СССР, 1957.
12. Федоров П. В. Плейстоцен Понто-Каспия. М., «Наука», 1978.
13. Шарков В. В. Геология подводного склона западного берега Каспийского моря (от г. Махачкала до устья р. Куры). М.-Л., «Наука», 1964.

А. И. Халилов, Е. К. Элекберов, С. С. Валиев

ХЭЭЭРИН ҺОЛОТСЕН ТАРИХИНИН БЭЗИ ПРОБЛЕМЛЭРИ

Магаләдә Хэээрин һолотсен тарихилә бағлы ики проблемә тохунулур. Биринчи проблем—Хэээр данизиндә мејдана кәлмәси шәраитидир. Ирәли сүрүлмүш бүтүн мулаһизәләри тәһлил едәрәк муәллифләр белә бир гәнаәтә кәлрләр ки, Хэээр данизинә јалһизә

су јолу илә кечә биләрди. Лакин, дијәр тәрәфдән белә һесаб едилр ки, һолотсендә Хэээр данизи илә Азов-Ғарадәниз һөввәләри арасында Манычла су јолу ола билмәзди. Магалә муәллифләри тәдигатчыларың диггәтини бу виддијәтә чәлб едилрәр.

A. I. Khalilov, E. K. Alekperov, S. S. Veliev

SOME PROBLEMS OF THE HISTORY OF THE CASPIAN SEA IN HOLOCENE

The article attracts the attention of researchers to unsolved till this time contradictions. On the one hand, *Cardium edule* L. could transform from Azov-Black Sea basin to Caspian Sea by the water way and the absence of this water by Manych river in Holocene on the other hand.

УДК 553.982

Я. М. БАШИРОВ, О. А. МАРКАРОВА, В. А. ВЕЛИЕВА

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ АПШЕРОНСКОГО АРХИПЕЛАГА

В правильном выборе основных направлений поисково-разведочных работ на нефть и газ изучение палеотектоники, проводимое на основе палеоструктурных построений, анализа мощностей и литофациальной изменчивости имеет большое практическое значение. Как сейсморазведочные работы, так и анализ изменения мощностей и литофации соответствующих свит позволяют выявить наличие древних (погребенных) поднятий, с которыми связано возможное обнаружение новых нефтегазовых скоплений.

В результате палеотектонического анализа дна акватории Апшеронского архипелага были выявлены новые поднятия среднеплиоценового возраста, погребенные под более молодыми отложениями, что существенно расширило перспективы нефтегазоносности Апшеронского архипелага.

Наибольший интерес с точки зрения перспектив нефтегазоносности в пределах Апшеронского архипелага наряду с поисками новых и завершением оконтуривания уже выявленных залежей нефти и газа представляют юго-восточное периклинальное погружение поднятий Песчаный-море, Гюргян-море и северо-западная периклиналь структуры Грязевая сопка. Результаты палеопостроений достаточно подробно освещены в литературе [1, 3, 4].

Следует подчеркнуть, что некоторые исследователи [2, 5], отмечая перспективность далекого юго-восточного погружения структуры Песчаный-море, связывали ее с увеличением мощности песчаных пачек и улучшением коллекторских свойств пород ПК свиты, а также с возможным наличием погребенного поднятия в этом районе.

Погребенное поднятие, расположенное между структурами Песчаный-море и Бахар, было выявлено сейсморазведкой по олигоцен-миоценовым отложениям, а затем подтверждено более поздней детальной съемкой по палеоген-верхам мезозоя [3]. В результате палеоструктурного анализа поднятия Песчаный-море было выявлено [3] поднятие и по среднеплиоценовым отложениям, что позволило с большим основанием рекомендовать эту часть структуры для разведочных работ с целью поисков новых нефтегазовых скоплений в свитах нижнего отдела ПТ. Фактически пробуренные в районе погребенного поднятия скв. 78, 35, 51, 28, 26 или недостаточно хорошо опробовали горизонты нижнего отдела ПТ, в частности ПК свиту, или по каким-либо причинам не были закончены освоением. Так, в скв. 35 из свиты ПК (4117—4107 м) была получена нефть, но затем произошла авария, из-за чего она не вступила в эксплуатацию. Скв. 78, расположенная на юго-восточном крыле, несмотря на хорошие электрока-

ротажные показания по свите ПК (значения кажущегося удельного сопротивления достигают 110—125 Ом·м), не была опробована по техническим причинам. В скв. 51, расположенной в приразломной зоне, при опробовании свиты ПК был получен газ.

Необходимо отметить, что установленный сейсморазведкой продольный глубинный разлом, осложняющий юго-западное крыло структуры Песчаный-море, по-видимому, найдет свое продолжение и на древнем поднятии. В связи с этим перспективы нефтегазоносности древнего поднятия связаны с возможным наличием здесь тектонически экранированных залежей в отложениях продуктивной толщи, точнее вышеуказанного нарушения. С целью обнаружения новых нефтегазовых залежей в этом районе необходимо продолжить опробовательские работы и начать осуществление бурения новых разведочных скважин, преимущественно располагая последние в юго-восточной части древней структуры.

Другое погребенное поднятие, полученное по среднеплиоценовым отложениям в результате палеотектонического анализа [4], расположено между структурами им. Ази Асланова и Грязевая сопка и также имеет определенное практическое значение в отношении перспектив нефтегазоносности при выборе направления поисково-разведочных работ. С целью установления залежей нефти в базисных горизонтах продуктивной толщи на северо-западной периклинали Грязевой сопки (район расположения нового древнего поднятия) ранее были пробурены скв. № 1099, 1078, 494, 488, 1060. Из скважин № 1099 и 1060, попадающих на свод этого погребенного поднятия, в результате опробовательских работ был получен приток нефти.

Остальные скважины № 488, 494, 1078, пробуренные в районе погребенного поднятия, или не опробовали горизонты нижнего отдела ПТ, в частности КаС, или же не были закончены бурением по техническим причинам.

Таким образом, несмотря на промышленные притоки нефти, полученные из КаС на северо-западной периклинали структуры Грязевая сопка, где эта свита является основным объектом разработки, последняя слабо изучена в этой части складки и залежь окончательно не оконтурена. Поэтому с целью оконтуривания старых и открытия новых нефтегазовых залежей на северо-западной переклинали поднятия Грязевая сопка необходимо проведение доразведки и доразработки подкирмакинской и калинской свит. Перспективы нефтегазоносности связаны с возможным наличием нефтяных залежей на погружениях нового погребенного поднятия в подошвенных подсвитах калинской свиты (КаС₄, КаС₅, КаС₆ и т. д.).

Перспективы открытия нефтяных и газовых залежей в северной части Апшеронского архипелага связываются с выклинивающимися отложениями нижнего отдела продуктивной толщи. Материалы детальных геофизических исследований и поискового бурения свидетельствуют о том, что возможные скопления нефти и газа в пределах структур б. Апшеронской, камни Два Брата и б. Цюрупа могут быть обнаружены не только в ловушках антиклинального типа, но и в зонах стратиграфического выклинивания отдельных горизонтов и свит ПТ.

Подтверждением наличия углеводородных залежей неструктурного типа в зонах стратиграфического выклинивания является полу-

чение в южной части юго-восточной периклинали б. Апшеронская газа и конденсата в скв. № 4 (1656—1647 м), а также газа в скв. № 7 (1749 м) из калинской свиты, линия выклинивания которой проходит в направлении с СЗ на ЮВ, отсекая юго-восточное периклинальное окончание этой складки.

Следует также отметить наличие в районе б. Апшеронская структурного выступа (предпонтического вала), улавливаемого сейсморазведочными работами в древних (подстилающих ПТ — олигоцен-миоценовых) отложениях и данными проведенного палеотектонического анализа [1]. В северной части юго-восточной периклинали б. Апшеронской в районе расположения скважин № 13, 15 и 23 на картах равных истинных мощностей и палеоструктурной карте отмечается уменьшение мощности отдельных свит и комплекса отложений (кровля КаС — кровля НКП свиты) до 300—400 м. Здесь вырисовывается структурный выступ и происходит раздвоение оси складки в северо-восточном и юго-восточном направлениях. Следовательно, повышаются перспективы района скв. 15, заложенной на оси описываемого выступа складки б. Апшеронская.

Однако возможные перспективы северной зоны Апшеронского архипелага, по-видимому, не ограничиваются только подошвенными свитами (КаС, ПК) продуктивной толщи. Мезозойские отложения также принимают участие в строении складок б. Апшеронская и б. Цюрупа, где они залегают на небольшой глубине. Поисковая скв. 17, пробуренная в присводовой части СВ крыла складки б. Апшеронская, на глубине 1034 м вошла в нижнемеловые отложения (ап-баррем) и прошла по ним 721 м. На ЮЗ крыле б. Цюрупа скв. 7 и 20 ~ на 650—900 м вскрыли отложения верхнего и нижнего мела соответственно на глубинах 974 и 1240 м. В разрезах этих скважин меловые отложения представлены в песчано-глинистой литофации и не исключается наличие в них гранулярных коллекторов для скопления углеводородов. Скважины были ликвидированы по технической причине и опробование не проводилось. В этом отношении зона шельфа относительно прилегающей суши находится в преимущественном положении, поскольку по данным скв. 3 площади Кюгдаханы, достигшей меловых отложений на глубине 2400 м, т. е. вдвое большей, чем на морских структурах, они представлены во флишевой фации (глины и мергели). В связи с этим продолжение поисковых и разведочных работ на нефть и газ в мезозойских отложениях в пределах северной зоны Апшеронского архипелага представляет несомненный практический интерес; тем более, что из этих отложений на поднятии Советабад и других Прикаспийско-Кубинской нефтегазоносной области получены промышленные притоки легкой нефти и газа. Разработка так называемых кюлюлинских песчаников, стратиграфически соответствующих верхнему альбу (нижний мел), на площади Советабад ведется с 40-х годов.

На основании построенных карт равных мощностей и палеоструктурных карт уточнена структурная связь между поднятиями Гюргян-море и Южная. Согласно этим построениям на юго-восточной периклинали Гюргянской складки южнее скв. № 6, 13, 14, 25 вырисовывается новое поднятие в низах продуктивной толщи (ПК свита) и район Камня Бакланий попадает на его далекое юго-восточное погружение [1]. Наличие выявленного на основе анализа

карт мощностей поднятия подтвердилось и при составлении структурной карты по УСГ в миоценовых отложениях (Исмаилов, Баширов, 1977).

Аналогия с разрезами соседних структур и близость к известным нефтяным месторождениям Гюргян-море и Южная позволяют считать выявленное новое поднятие также одной из перспективных площадей для постановки поисково-разведочных работ на нефть и газ. Кроме того, получение промышленного притока нефти в количестве 40—50 т/сут. из КС поднадвиговой зоны в скв. 205 (2720—2600 м), расположенной в повышенной части надвинутого СВ крыла складки Гюргян-море, а также в ряде соседних структур (Южная складка о. Артем, о. Жилой и др.), свидетельствует о том, что на Гюргян-море и в районе нового поднятия как в надвинутой, так и в поднадвиговой зонах, возможно, имеются еще неиспользованные ресурсы нефти и газа в базисных горизонтах ПТ и подстилающих ее отложениях.

Переходя к вопросу перспектив нефтегазоносности поднятия камни Григоренко следует отметить, что возможное наличие или отсутствие скоплений флюидов в свитах нижнего отдела продуктивной толщи находится в прямой зависимости от характера разрывных нарушений, осложняющих структуры антиклинальной линии камни Григоренко — Нефтяные Камни. Действительно, амплитуда вертикального смещения регионального продольного нарушения резко сокращается от камня Григоренко, где она составляет 700—800 м, до Нефтяных Камней, где она становится менее 180 м. В этом же направлении происходит увеличение нефтенасыщенности разрезов рассматриваемых поднятий: в районе Нефтяных Камней нефтегазоносность охватывает весь стратиграфический объем разреза ПТ (нижний и верхний отделы), в направлении к северо-западу на Грязевой сопке — ПК свиту и КаС нижнего отдела, а на поднятии им. Ази Асланова — только КаС. В районе же камни Григоренко нефтегазовые залежи не обнаружены вовсе, несмотря на благоприятные нефтегазопроявления (скв. № 10 при опробовании дала небольшое количество нефти). Отсутствие здесь нефти и газа в пластах продуктивной толщи, по-видимому, связано с тем, что тектонические разрывы сыграли отрицательную роль при формировании залежей нефти и газа. Несмотря на вышеотмеченное, в связи с интенсивными нефтегазопроявлениями возможность обнаружения нефтегазовых залежей на этой площади полностью не исключается, поскольку в поднадвиговой зоне складки могут быть найдены сохранившиеся от разрушения тектонически экранированные залежи нефти и газа в базисных горизонтах продуктивной толщи (св. ПК, КаС) и даже стратиграфически глубже, характеризующихся хорошими коллекторскими свойствами.

Таким образом, перспективы нефтегазоносности Апшеронского архипелага связаны с возможным наличием нефтегазовых залежей в подошвенных свитах ПТ (КаС, ПК свита и др.) в пределах древних (погребенных) поднятий, впервые выявленных нашими палеопостроениями между структурами Песчаный-море и Бахар, Ази Асланова и Грязевая сопка, Гюргян-море и Южная, и в стратиграфически выклинивающихся горизонтах на их погружениях.

Значительный поисковый интерес в этом районе представляют мезозойские отложения, залегающие здесь на сравнительно неболь-

ших глубинах порядка 1000—1200 м и литологически представленных в песчано-глинистой литофации.

С целью обнаружения залежей как структурного, так и неструктурного стратиграфического типа необходимо бурение новых точек, проектированных на вновь выявленных структурах.

Литература

1. Алиханов Э. Н., Бунияз-заде З. А., Баширов Я. М., Маркарова О. А., Велиева В. А. и др. Закономерности размещения и перспективы поисков залежей нефти и газа в плиоценовых отложениях Южно-Каспийской впадины. Баку, 1975.
2. Алиев Г. Р. К разведке залежей нефти и газа в отложениях подкирмакинской свиты ПТ акватории о. Песчаный. «Геология нефти и газа», 1970, № 4.
3. Баширов Я. М., Фарзалиев Г. М., Маркарова О. А., Велиева В. А. О древнем поднятии в юго-восточной части месторождения Песчаный-море и перспективы его нефтегазоносности. «Уч. зап. АГУ, серия геол.-геогр. наук», 1976, № 3.
4. Баширов Я. М., Маркарова О. А., Велиева В. А. О новом погребенном поднятии на северо-западном погружении структуры Грязевая сопка. АНХ, 1974, № 4.
5. Гольдина Л. И. Некоторые данные о геологическом строении южного погружения Фатьмаи-Зыхской антиклинальной зоны. АНХ, 1965, № 6.

Я. М. Баширов, О. А. Маркарова, В. А. Велиев

АБШЕРОН АРХИПЕЛАГЫНЫН НЕФТ ВӘ ГАЗЛЫЛЫГ ПЕРСПЕКТИВЛИЈИ

Мәгаләдә Абшерон архипелагы эразисиндә нефт вә газлылыга јөнәлдилмиш ахтарыш вә кәшфијат ишләринин перспективлији музакирә едилди.

Мүәллифләр тәрәфиндән һәлә габаглар ишләниш палеогурулуш вә литофасија вә галыныглар анализи эрасында Гум адасы-дәниз, Күркәндәниз, Палчыг пилиләси структурларынын периклинал батымында јени көмүлмүш галхымлар ашкар едилмишди. Бу галхымларда орта плиоцен јашлы чөкүнтүләр структур вә мәнсулдар гатын алт горизонтларынын пазлашмасы нәтијәсиндә эмәлә кәлә билән стратиграфик типли нефт вә газ јатагларынын кәшфинин перспективлији эсасландырылды. Бу эразидә јатма дәринлији чох олмајан—1000—1200 м-ә гәдәр олан (Абшерон вә Суруп банкалары структурларында) килли-гумлу литофасијалы мезозой јашлы чөкүнтүләр дә перспективлиди.

Јухарыда ифадә олуналар эрасында мәгалә мүәллифләри ахтарыш вә кәшфијат ишләринин апарылмасында биринчи дәрәчәли галхымлары ајырырлар.

Ya. M. Bashirov, O. A. Markarova, U. A. Uelieva

THE PERSPECTIVES OF THE OIL AND GAS OF APSHERON ARCHIPELAGO

Perspectives of search-prospecting works for oil and gas within the Apsheron archipelago limits are regarding in the article. New burial raisings on the periclinal plunge of Peschany-sea, Gyurgyan-sea, Gryasavaya sopka folds have been discovered on the base of paleoconstructions and analysis of powers and lithofacial features. Perspectives of discoverings of deposits of structural type in stratigraphic thinning base levels of productive thicknesses are connected with medial Pliocene deposits of these raisings.

Mesozoic deposits are deposited on a comparatively small depth of about 1000—1200 m, where they are distinguished in sandstone-clay lithofacies.

УДК—552.321.5

А. Д. ИСМАИЛ-ЗАДЕ

ПЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГАББРОИДОВ ОФИОЛИТОВОГО КОМПЛЕКСА МАЛОГО КАВКАЗА

С альпинотипными гипербазитами М. Кавказа повсеместно ассоциируют крупные габброидные тела, линейно вытянутые по простиранию региональных структур включающих их зон, генезис которых и комплементарность с остальными членами офиолитового комплекса—гипербазитами и кремнисто-вулканогенными образованиями до сих пор являются дискуссионными [2, 5, 8].

Нашими исследованиями наиболее крупных габброидных массивов в офиолитовой зоне М. Кавказа — Соютлунского, Левского, Ипякского (рис. 1) и других, более мелких, получен ряд новых геолого-петрохимических данных, позволяющих осветить некоторые вопросы их генезиса и особенностей формирования.

Габброидные массивы образуют крупные (10—30 км²) штокообразные и вытянутые тела неправильных форм, а также значительное количество мелких, располагающихся среди гипербазитов и кремнисто-вулканогенной толщи. Представлены они в основном габбро-норитами и габбро, а также амфиболизированными их разновидностями и габбро, а также амфиболизированными их разновидностями. Контакты габброидов с вмещающими породами преимущественно тектонические, однако местами сохранены в виде полосы троктолитов и анортозитов, разделенных плагиоклазовыми перидотитами, наблюдаемыми по контуру массивов, мощностью до 30—40 (массив Ипяк) до 80—120 м (массив Лев).

В габброидных телах устанавливается полосчатость, обусловленная переслаиванием мелано- и лейкократовых разновидностей, ориентированных по простиранию массивов (З—СЗ 270—280° \angle 70—80°). Наиболее ясно полосчатость выражена в пределах Соютлунского габброидного массива в виде частого чередования полос, толщиной до 5—6 см. На Левском массиве она выражена слабее и развита преимущественно в эндоконтактной зоне его и менее — в центральной. На Ипякском массиве полосчатость приурочена лишь к утолщению мелано-кратовых полос.

Гипербазиты и габброиды прорываются штоками и дайками более молодых кварцевых диоритов и гранитоидов.

Петрохимические исследования габброидов и гипербазитов (таблица) позволили установить, что они по основным числовым характеристикам А. Н. Заварицкого образуют изолированные группы с переходными разновидностями, представленными плагиоклазовыми перидотитами, троктолитами и анортозитами. При этом породы гипербазитовой группы, в которую входят гарцбургиты и серпентинизированные их разновидности, характеризуются высоким значением параметра

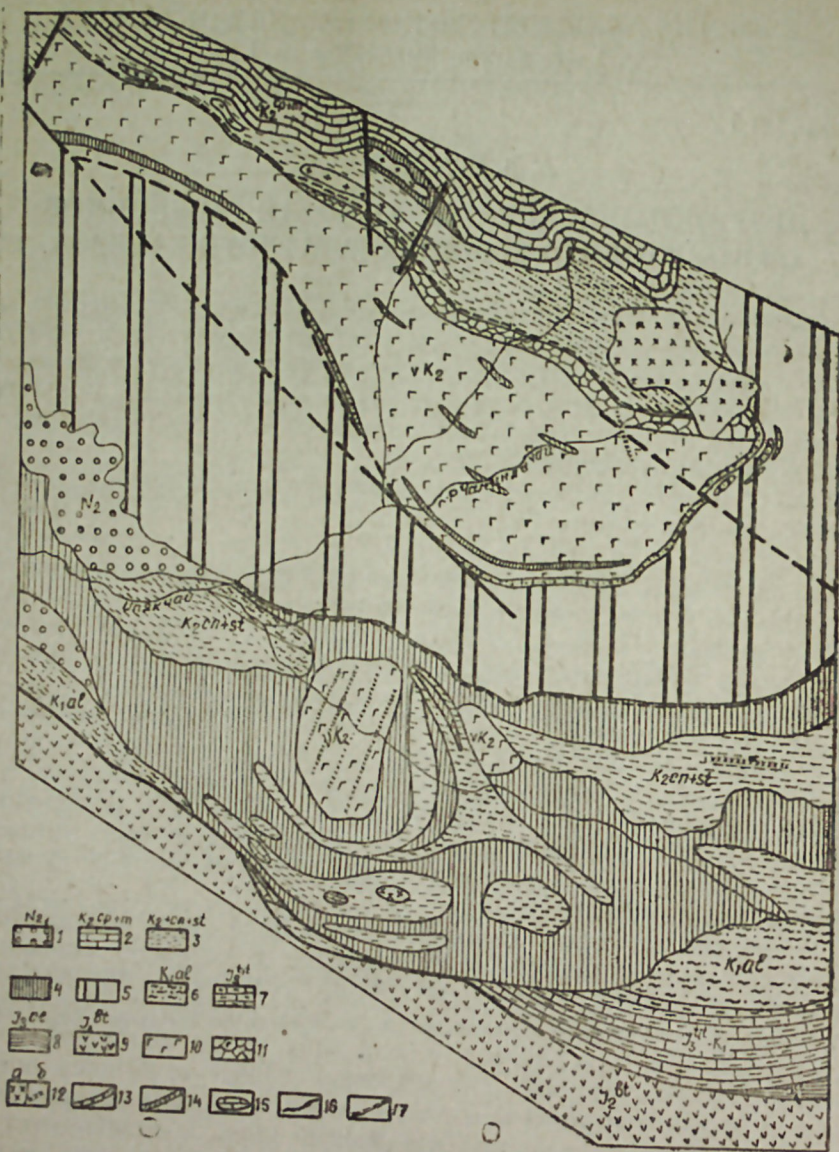


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Ипякского массива (составил А. Д. Исмаил-заде с использованием данных Э. Ш. Шихалибейли и Г. И. Аллахвердиева)

1 — аллювиальные отложения; 2 — известняки кампан-маастрихта; 3 — кремнисто-радиоляритовая толща коньяк-сантона; 4 — серпентиниты; 5 — серпентинизированные перидотиты; 6 — алеврито-глинистая толща альба; 7 — известняки титона; 8 — глинистая толща келловей; 9 — порфириты и их туфы бата; 10 — габбро, габбро-нориты; 11 — брекчированные габбро; 12 — кварцевые диориты и гранодиориты; а — интрузивы, б — дайки, 13 — троктолиты; 14 — пироксениты (ксенолиты); 15 — известняки (ксенолиты); 16 — разломы; 17 — тектонический контакт

Средние химические составы, петрохимические коэффициенты и нормативный состав (CIPW) пород альпийских гипербазитов М. Кавказа (по данным автора)

Окислы	Породы, количество анализов						
	сп 5	пп 6	г-с 8	г-л 14	г-и 12	г-л 18	г-и 10
	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	39,77	38,47	46,01	46,33	46,52	42,04	41,12
TiO ₂	0,10	0,16	0,6	0,52	0,29	0,08	0,09
Al ₂ O ₃	4,62	7,68	20,18	18,38	16,04	24,33	20,40
Fe ₂ O ₃	2,58	3,56	5,27	4,5	3,51	0,48	1,42
FeO	4,50	4,27	5,31	6,47	6,14	2,80	3,00
MnO	0,13	0,13	0,12	0,15	0,14	0,05	0,06
MgO	33,58	29,63	7,12	7,63	10,55	11,04	13,26
CaO	4,30	5,71	13,61	13,48	13,06	12,31	13,58
Na ₂ O	0,21	0,2	1,66	1,34	1,08	1,51	0,77
K ₂ O	0,02	0,05	0,14	0,19	0,21	0,08	0,05
H ₂ O	10,15	5,6	0,45	1,9	1,17	5,24	4,50
ппп	0,94	5,08	0,12	0,34	1,97	0,60	2,40

Петрохимические коэффициенты

a	0,36	0,44	3,89	3,29	2,64	3,1	1,87
c	2,51	4,53	12,18	11,15	9,58	16,68	14,04
b	57,53	54,63	28,17	30,02	33,61	25,14	33,01
m'	85,39	84,56	45,01	45,00	53,71	84,52	74,21
f	9,96	11,98	36,06	35,00	26,86	13,93	13,57
n	100	86	96	91	89	98	96
t	0,15	0,31	1,03	0,77	0,51	0	0
Q	24,02	24,61	8,44	6,65	6,53	15,53	15,62
a:c	0,14	0,10	0,32	0,29	0,27	0,22	0,13
F	0,17	0,21	0,60	0,59	0,48	0,23	0,25
MgO/Al ₂ O ₃	7,27	3,86	0,35	0,42	0,66	0,45	0,65

Нормативный состав (CIPW)

il	—	0,3	1,21	0,91	0,60	—	—
mt	3,70	5,1	7,64	6,48	5,09	0,70	2,08
or	—	—	0,56	1,11	1,11	—	—
Pl	ab	1,57	13,63	11,01	8,91	12,58	6,29
	an	11,68	20,03	47,01	43,67	38,38	59,52
di	wo	4,07	3,48	8,59	9,64	10,92	0,58
	en	3,31	2,81	5,92	6,22	7,53	0,40
	fs	0,26	0,26	1,98	2,77	2,51	0,13
Hy	en	—	—	11,75	12,75	19,68	—
	fs	—	—	1,19	4,62	5,41	—
Ol	fo	56,28	49,67	—	—	18,85	19,7
	fa	9,37	3,46	—	—	3,46	2,85
Ap %	93	96	87	88	89	90	94

Примечание: сп — серпентинизированный перидотит; пп — плагиоклазовый перидотит; г-с — габбро-норит массива Соютлу; г-л — габбро-норит массива Лев; г-и — габбро-норит массива Ипяк; т-л — троктолиты массива Лев; т-и — троктолиты массива Ипяк.

$a=60-64$ и низкими $a=0,2$, $c=0,1-0,4$ при коэффициенте железистости $F=16-19$ и магнезиальности $M=1,0$. Для плагиоклазовых же разностей характерны параметры $v=50-55$, $a=0,4$, $c=4,0$ при $F=21-24$ и $M=0,8$. В отличие от перидотитов они характеризуются понижением MgO и соответственным повышением Al_2O_3 , CaO , SiO_2 и суммы щелочей.

Этой же группе пород соответствуют и ксенолиты в габброидных массивах, представленные пироксенитами и родингитами, основные характеристики которых близки к вышеотмеченным: $v=50-53$, $a=0,4-0,5$, $c=3-6$, $F=19-30$ и $M=0,5-0,6$. Ксенолиты пироксенитов характеризуются высоким значением MgO (однако меньшим, чем в перидотитах), незначительным содержанием Al_2O_3 (близким к плагиоклазовым перидотитам) и высоким CaO , а ксенолиты-родингиты — значительно низким содержанием MgO и более высоким Al_2O_3 и CaO .

Породы габброидной группы, включающие габбро и габбро-нориты, характеризуются более низкими значениями параметра $v=31-42$ и высокими $a=2,7-4,8$ и $c=5-11$, отражающими увеличение полевошпатовых минералов и уменьшение железо-магнезиальных, при наиболее высоких значениях $F=34-71$ и низких $M=0,3-0,4$.

Габброиды относятся к породам нормального ряда, насыщенным слегка недосыщенным кремнеземом и бедным щелочами. При сравнительной близости петрохимических параметров породы исследованных габброидных массивов обладают рядом характерных свойств. Так, габброиды Соютлукского и Левского массивов при относительно одинаковом соотношении железа и магния различаются по содержанию щелочей, достигающим в породах первого 1,8%, а второго — 1,3%, а в породах массива Ипяк — 1,0%. Кроме того, породы последнего характеризуются повышенным содержанием магния и пониженным железа по отношению к другим (рис. 2), что находит отра-

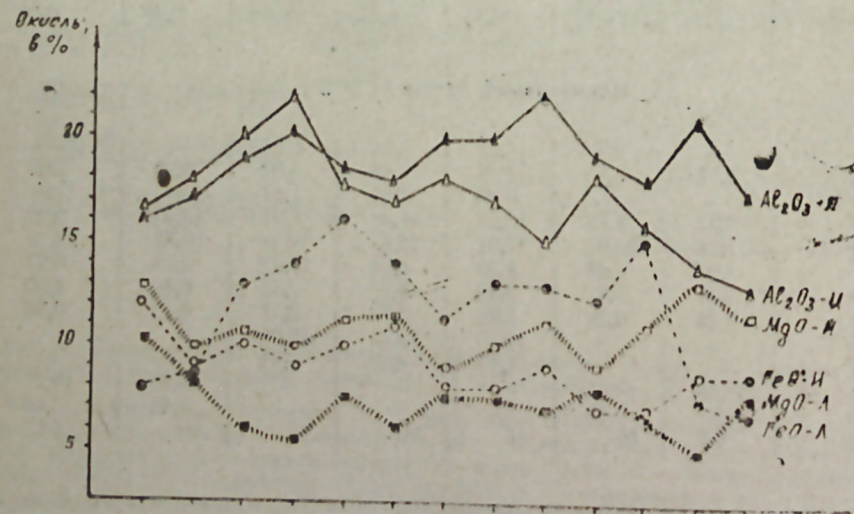


Рис. 2. Вариационная диаграмма составов габбро-норитов массивов Ипяк (И) и Лев (Л)

жение в соответствующем распределении энстатитовой и ферросилитовой фаз в составах слагающих их орто- и клинопироксенов. Отмечается и более основной состав плагиоклазов Ипякского массива по отношению к другим.

	$en (oP_x)$	$en (cP_x)$	$fs (cP_x)$	$an (Pe)$
Габбро — Ипяк	80	38	12	90
Габбро — Лев	67	23	27	87

Близкое положение к габброидам по основным числовым характеристикам занимают троктолиты: $v=25-32$, $a=1,3-2,1$, $c=14-17$ при $F=23-32$ и $M=0,2-0,3$. Однако, в отличие от габброидов, они более соответствуют породам, недосыщенным кремнеземом, и относятся к ряду не только нормальных, но и пересыщенных алюминием пород. Характерной особенностью троктолитов является их петрохимическое соответствие габброидам, т. е. «магнезиальная» и «железистая» особенности габброидов обоих массивов сохраняются и в их лейкократовых дифференциатах. В целом же троктолиты по отношению к габбро характеризуются большей основностью, магнезиальностью, глиноземистостью и меньшей железистостью.

Соотношение основных петрогенных окислов вышеотмеченных разностей пород наиболее полно прослеживается на диаграмме $Al_2O_3 - FeO + MnO - MgO$ (рис. 3), на которой перидотиты (с

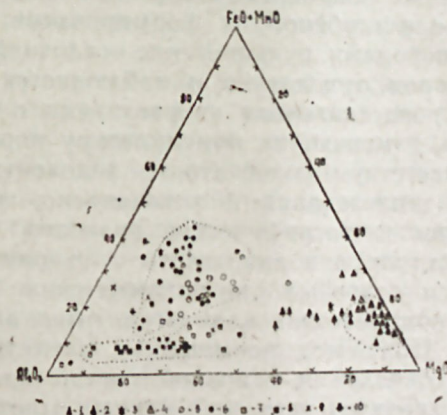


Рис. 3. Диаграмма соотношения $Al_2O_3 - FeO + MnO - MgO$ для пород гипербазитового комплекса М. Кавказа:

- 1 — перидотиты (серпентинизированные);
- 2 — плагиоклазовый перидотит; 3 — перидотит (ксенолит);
- 4 — пироксенит (ксенолит);
- 5 — габбро-норит (Ипяк);
- 6 — габбро-норит (Лев);
- 7 — троктолит (Ипяк);
- 8 — троктолит (Лев);
- 9 — габбро-пегматит; 10 — диабаз

пироксенитами) и габброиды образуют самостоятельные изолированные группы с промежуточными разностями — плагиоклазовыми перидотитами, отличающимися от перидотитов увеличением содержания Al_2O_3 и уменьшением MgO . Габброиды на данной диаграмме сгруппированы вблизи линии $Al_2O_3 - FeO + MnO$ с довольно четким разли-

чем их «железистого» (Лев) и «магнезиального» (Ипяк) характеров. Также четко выделяются и троктолиты, отражая увеличение в их составах глинозема и уменьшение железа при незначительном возрастании магния. Подобное расположение на диаграмме основных окислов пород офиолитового комплекса позволяет говорить об автономности пород перидотитовой и габброидной групп.

Геохимические исследования данных пород позволили установить в них одинаковый набор редких элементов. При этом содержание в габброидах Ti, V, Pb, Zr в несколько раз превышает средние их значения в перидотитах, а содержание Co, Ni и Cr значительно ниже, чем в последних. Плагноклазовые перидотиты и троктолиты характеризуются одинаковым с габброидами содержанием Cu, Pb, Ga, Zr, указывающими на их генетическое родство с габброидами, а повышенные значения Co, Ni и Cr — на связь с гипербазитами. Таким образом, по набору элементов-примесей от перидотитов резко отличаются габброиды, а промежуточные разности характеризуются их средними значениями, отражая гибридность происхождения.

Изложенный выше материал позволяет считать габброиды офиолитовой формации типично магматическими образованиями, интродуцированными в уже сформированные гипербазиты и вулканогенно-осадочные отложения с образованием в контактовой полосе гаммы гибридных пород — от оливиновых габбро, троктолитов и анортозитов до плагноклазовых перидотитов.

Интенсивность подобного взаимодействия и участие широкого ряда вышеперечисленных дифференциатов связаны с масштабами интродуцируемых масс и глубиной их формирования. В зоне сопряжения габброидов с породами вулканогенно-осадочной толщи подобная серия гибридных пород отсутствует и наблюдается лишь небольшая по мощности зона, представленная анортозитами с переменным количеством пироксенов, изменяющих номенклатуру породы от лейко- до меланогаббро, соответствуя полосчатости эндоконтактной зоны.

Проведенными исследованиями установлено, что составляющие габброидные массивы петрографические разности пород — габбро-нориты, габбро, троктолиты и анортозиты — характеризуются весьма плавным изменением основных петрохимических характеристик и сходным набором геохимических элементов, отражая тем самым генетическое единство. При этом, повышенная магнезиальность главных породообразующих окислов и основной состав плагноклазов указывают на основной характер исходной магмы, отвечающей по среднему составу слагающих ее пород толеитовым базальтам.

Сопряженными породами, возникшими из данной магмы, являются контрастные по составу породы: с одной стороны, анортозиты с весьма низким содержанием пироксена, а с другой — габбро и габбро-нориты, образующие в пределах исследуемых массивов ритмичную полосчатость.

Петролого-петрохимические исследования показывают, что основными факторами эволюции магматизма при формировании данных габброидных тел являлись кристаллизационная дифференциация, ликвационное расщепление и флюидно-магматическое взаимодействие [4]. Возникающая при этом магматическая расслоенность интрузивов с образованием контрастных серий пород отражает неравновесность системы и может сохраниться лишь в результате быстрого

охлаждения расплава, т. е. в краевых и прикровлевых частях интрузивов. При медленном охлаждении произойдет взаимодействие контрастных по составу слоев, что может привести к их гомогенизации. Неоднородность проявления полосчатости в пределах исследуемых габброидных массивов — явно выраженная по массиву Соютлу, сравнительно слабо — в массиве Лев и преимущественно в контактовой полосе массива Ипяк, очевидно, связана с различными уровнями их эрозионного среза, углубляющегося в юго-восточном направлении и обнажающего наиболее глубокие их части. Это подтверждается также повышенной железистостью, сочетающейся с относительно высоким содержанием щелочей в габброидах Левского массива по отношению к Ипякскому (более магнезиальному). Последнее, очевидно, связано с щелочным характером флюидно-магматического взаимодействия при эволюции расплава, определяющего, с одной стороны, общее направление изменения железистости с увеличением их содержания в породах верхних частей интрузивов [7], а с другой — способствующего проявлению ликвационного расщепления [3].

Таким образом, петрологические исследования приводят к концепции кристаллизации габброидов гипербазитового комплекса из толеит-базальтовой магмы при условии одноактного его внедрения, минуя стадию промежуточных очагов, сопровождаемой железо-магнезиальным фракционированием. Последнее способствует образованию в верхней части их более лейкократового габбро-норита, несколько обогащенного железом, щелочными металлами и титаном, а в нижней — меланократового габбро-норита, более магнезиального и менее щелочного, отражающих явление скрытой дифференцированности габброидных массивов.

Несмотря на существование различных гипотез на генезис гипербазитов и сопряженных с ними основных интрузивов, большинство исследователей [1, 6] считают, что они имеют единую природу, отвечающую условиям подкорового слоя Земли. Как показали наши исследования, данные образования, разделенные во времени и сопряженные пространственно, являются самостоятельными образованиями с присущими им петрологическими особенностями, отражающими специфичность условий их формирования. В то же время их повсеместная приуроченность к полосе развития гипербазитов данной зоны, связь с единой системой глубинных разломов, а также сопряженность с проявлениями инициального базальтового вулканизма позволяют рассматривать их в объеме всего гипербазитового комплекса, формирование которого тесно связано с процессами развития вмещающих их геосинклинальных структур.

Литература

1. Велинский В. В. Альпийские гипербазиты переходных зон океан-континент. Новосибирск, «Наука», 1979.
2. Книппер А. Л. Океаническая кора в структуре альпийской складчатости. Тр. ГИН АН СССР, вып. 267, 1975.
3. Коржинский Д. С. Кислотно-основное взаимодействие компонентов в силикатных расплавах и направление котектических линий. «ДАН СССР», т. 128, 1959, № 2.
4. Маракушев А. А., Фролова Т. И., Яковлева Е. Б., Емельяненко П. Ф. Магматизм и земная кора. «Вестн. моск. гос. ун-та, серия геол.», 1977, № 1.
5. Морковкина В. Ф. Петрология гипербазитов Севанского хребта. М., «Наука», 1974.

6. Пинус Г. В., Велинский В. В. и др. Альпинотипные гипербаазиты Анадырско-Корякской складчатой системы. Новосибирск, «Наука», 1973.
7. Шека С. А. Петрология и рудоносность дулит-троктолитовых интрузий Станового хребта. М., 1969.
8. Шихалибеи Э. Ш. Геологическое строение и история тектонического строения восточной части Малого Кавказа, т. 3, Баку, 1967.

А. Ч. Исмаиладэ

КИЧИК ГАФГАЗЫН ОФИОЛИТ КОМПЛЕКСИНДЭКИ ГАББРОИДЛАЭРИН ПЕТРОЛОЖИ ХҮСУСИЈЈЭТЛЭРИ

Мәгаләдә Кичик Гафгазын офиолит зонасынын габброид массивләринин өжрәнил-мәси нәтижәсиндә онларын ејни гурулушлу олмадығыны әкс етдирән текстур, петрохим-јәви вә кеокимјәви хусусијјәтләр мүүјјән едилимишдир. Толент магматизминин еволү-сијјәсинә сәбәб олан әсас факторлар өжрәнилиш вә онларын массивләрдә кизли диффе-ренсиасијја олан тәсири көстәрилимишдир.

Мәгаләдә һәмчинин габброид вә троктолитләрин мұвафиғлијинә аид бәзи мәсәлә-ләрә дә бахылымышдыр.

A. D. Ismail-zade

PETROLOGICAL FEATURES OF GABBROIDS OF THE OFIOLITIC COMPLEX FROM MINOR CAUCASUS

Studies of gabbroid rock masses of the ofiolitic zone from Minor Caucasus have revealed the texture, petrochemical and geochemical features reflecting the inhomogeneity of their structure. The main factors of the toleit magmatism evolution, resulting in their closely differentiated structure, are stated.

Some questions of the gabbroids and troctolites relation are discussed.

УДК [543:546.08.264]:[550.462:631.42+550.462:631.42]

В. С. АФАНАСЬЕВ, И. С. ГУЛИЕВ, Ф. Г. ДАДАШЕВ,
В. М. КОЛОБАШКИН, М. И. КОТОВА, И. М. НАЗАРОВ, А. И. НАХУТИН,
А. И. ПОПОВ, А. В. ПЫШНОВ, А. А. ФЕЙЗУЛЛАЕВ, Ш. Д. ФРИДМАН

К ИЗУЧЕНИЮ ОБМЕНА CO₂ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА АТМОСФЕРА—ПОЧВА И АТМОСФЕРА—ГИДРОСФЕРА

Интерес к изучению обмена CO₂ в системах атмосфера—почва и атмосфера—гидросфера связан как с ролью углекислоты в биотическом круговороте, так и с влиянием атмосферного CO₂ на глобальные климатические процессы [1, 2, 3]. Известны многочисленные исследования, посвященные изучению концентраций CO₂ в различных объектах и средах [1, 2, 3, 4, 5]. Вместе с тем, для детального изучения динамики обмена CO₂ между различными средами необходимы синхронные измерения концентраций в различных средах, и прямые замеры потоков CO₂ на границе раздела сред.

В работе приведены некоторые данные о синхронных измерениях концентраций CO₂ в системах атмосфера—почва и атмосфера—гидросфера. Исследования проводились в ноябре—декабре 1980 г. в гор. Баку (парк Академгородка) и в Каспийском море (эстакады НГДУ им. Н. Нариманова). Анализ проводился модернизированным лазерным абсорбционным газоанализатором «Флюорит-2», разработанным в Московском инженерно-физическом институте [6]. В газоанализаторе используется He-Ne лазер, генерирующий излучение с длиной волны 4,218 мкм, резонансно поглощаемое углекислым газом (линия основной полосы поглощения 00°0—00°1): Коэффициент поглощения смеси углекислого газа с воздухом при атмосферном давлении составляет 11,5 см⁻¹·атм⁻¹. Для уменьшения влияния нестабильности лазера и других элементов оптической схемы прибор выполнен по двухлучевой схеме. Балансировка прибора перед началом измерений осуществляется с помощью оптического клина, наполненного углекислым газом, вводимого в опорный канал; измерительная кювета при этом заполняется чистым азотом. Определение концентраций CO₂ в кювете газоанализатора может осуществляться как компенсационным способом, путем перемещения оптического клина, так и по величине разбаланса оптического сигнала. Абсолютная погрешность измерений для использованного образца прибора «Флюорит-2» составляла 3·10⁻³·об %.

Для определения концентрации CO₂ в атмосфере производился периодический забор почвенного воздуха по тефлоновому шлангу в кювету анализатора. Параллельно осуществлялся забор почвенного воздуха с глубины 30 см с помощью конусообразного пробоотборника, соединяемого шлангом с кюветой. Отбор проб осуществлялся периодически с интервалом в 1 час. Плотность потоков CO₂ из почвы в атмосферу замерялась путем каптажа участка поверхности почвы

замеров, этот результат требует дальнейшей экспериментальной проверки. Кроме того, величина и направление потока CO_2 зависят от сочетания различных метеорологических и океанографических факторов и может значительно меняться в течение года. Температура воды во время измерений колебалась в пределах $12,1-12,8^\circ\text{C}$, рН — $6-6,5$, температура воздуха $7,6-15,1^\circ\text{C}$, сила ветра — $2-12$ м/с.

Представляет определенный интерес сопоставление параметров газообмена CO_2 в системах атмосфера—почва и атмосфера—гидросфера, таблица.

Вид измерений	Количество замеров	Пределы колебаний	Среднее значение
Концентрация CO_2 в атмосфере над сушей, млн. ⁻¹	67	150—380	200
Концентрация CO_2 в почвенном воздухе, млн. ⁻¹	67	550—1165	765
Концентрация CO_2 в атмосфере над морем, млн. ⁻¹	20	—	335
Концентрация CO_2 в морской воде, мл/л	6	0,25—0,41	0,33
Плотность потока CO_2 из почвы в атмосферу, см ³ /м ² .сут	16	100—2000	500
Плотность потока CO_2 из атмосферы в гидросферу см ³ /м ² .сут	2	—	50

Из таблицы следует, что концентрация CO_2 в атмосфере над морем выше, чем над сушей, причем величина изменений концентраций CO_2 в атмосфере над морем значительно меньше, чем над сушей и в почве. Плотность потока CO_2 из почвы в атмосферу варьирует в пределах порядка и в среднем составляет 10^2 см³/м².сут., что примерно соответствует имеющимся в литературе оценкам [1].

Выводы

1. Синхронные измерения концентраций CO_2 в атмосфере, почве и плотности потоков CO_2 из почвы в атмосферу показывают, что в условиях эксперимента концентрация углекислого газа в приземном слое воздуха в значительной степени определялась потоками, циркулирующими между почвой и атмосферой.

2. Концентрации CO_2 в атмосфере и почве подвержены резким колебаниям: впервые отмечена «высокочастотная» составляющая хода концентраций CO_2 в атмосфере с периодом в несколько секунд.

3. Концентрации CO_2 в атмосфере над морем значительно стабильнее во времени и более высокие по величине, чем над сушей.

4. Использование параллельных замеров концентраций CO_2 в атмосфере—почве и атмосфере—гидросфере и одновременный замер плотности потоков CO_2 на границе раздела сред позволяет более детально исследовать процессы газообмена в этих системах.

Литература

1. Юнге Х. Химический состав и радиоактивность атмосферы. М., «Мир», 1965.
2. Проблемы атмосферного углекислого газа. Тр. советско-американского симпозиума. Л., Гидрометеиздат, 1980.
3. Talma A. S., Vogel J. C. Carbon Dioxide in Continental Air. „Environment International“, 2, № 4—6, 1979.
4. Keeling C. D., Bacastrow et al. Atmospheric Carbon Dioxide variations at Mauna Loa Observatory, Hawaii. Tellus, 28, p. 533—551, 1976.
5. Катунин И. М. Обмен между океаном и атмосферой в районе пролива Дрейка. Ср. ААНИИ, 334, с. 152—156, 1976.
6. Белов Н. А., Коваль А. К., Миронов В. Д., Попов А. И., Проценко Е. Д. ЖПС, 31, 1979, № 4.

Е. С. Афанасьев, И. С. Гулиев, Ф. Г. Дадашев, В. М. Колобашкин, М. И. Котова,
И. М. Назаров, А. И. Нахутин, А. И. Попов,
А. В. Пышинов, А. А. Феязуллаев, Ш. Д. Фридман

АТМОСФЕР-ТОРПАГ ВЭ АТМОСФЕР-ГИДРОСФЕРАНЫН АЈРЫЛМА СЭРЬЭДДИНДЭ CO_2 МУБАДИЛЭСИНИН ӨЈРЭНИЛМЭСИНЭ ДАИР

Мэгалэдэ атмосфер-торпаг вэ атмосфер-гидросфер системлэриндэ карбон газынын концентрасиясынын вэ ахынынын синхрон өлчүсү һаггында бэзи мә'луматлар верилмишдир. Тэдгигат «Флуорит-2» лазер абсорбсija газ анализатору васитэсилэ апарылмышдыр.

Мүэјјөн олуиушдур ки, карбон газынын концентрасиясы атмосфердэ вэ торпагда кескин дәјишир: илк дэфэ оларат, атмосфердэ бир нечэ санијэ мүддэтиндэ карбон газынын концентрасиясынын јүксэк тезликдэ дәјишилмэси гејд олуиушдур.

Атмосфер-торпаг вэ атмосфер гидросфер гатында ејни вахта карбон газы концентрасиясынын вэ карбон газы ахынынын сыхлыгынын өлчүлмэси бу системдэ газын дәјишилмэ просесинин дәгиг тэдгигатына имкан верир.

V. S. Afanasyev, I. S. Guliyev, F. G. Dadashev,
V. M. Kolobashkin, M. I. Kotova, I. M. Nazarov, A. I. Nakhutin, A. I. Popov,
A. V. Pyshnov, A. A. Feyzullayev, Sh. D. Fridman

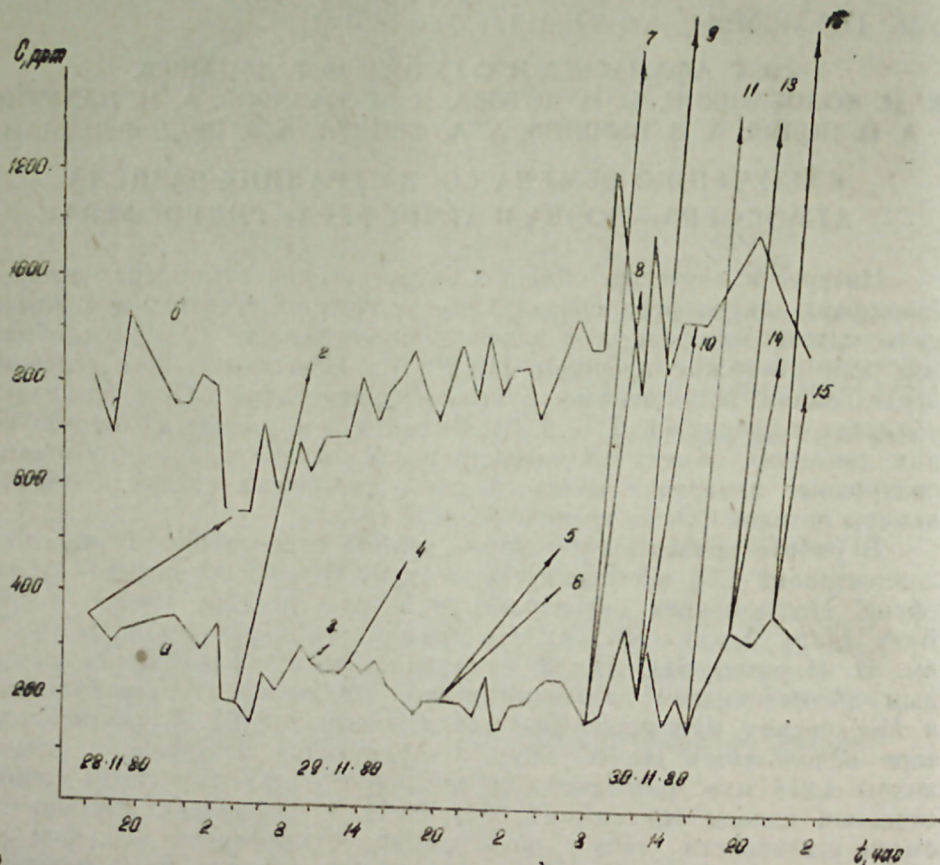
TO THE STUDY OF CO_2 EXCHANGE ON THE BOUNDARY OF THE DIVISION OF ATMOSPHERE—SOIL AND ATMOSPHERE—HYDROSPHERE

Some data about synchronous measurements of concentrations and CO_2 floods in atmosphere—soil and atmosphere—hydrosphere systems are added in the article.

Investigations were carried out by laser absorptional gas analyser „Fluorite-2“. It is ascertained that CO_2 concentrations in atmosphere—soil system have undergone sharp variations: «high density» component of traverse of CO_2 concentrations in atmosphere with order period of some seconds is marked for the first time.

The use of parallel measurements of CO_2 concentrations in atmosphere—soil, atmosphere—hydrosphere and synchronous measurement of CO_2 floods in these systems allowed to study the processes of exchange in detail.

полусферическим накопителем объемом $16 \cdot 10^3 \text{ см}^3$. Средняя температура воздуха во время измерений составляла $12,3^\circ\text{C}$, средняя скорость ветра — $2,9 \text{ м/с}$, максимальная скорость ветра — 9 м/с . Результаты измерений за 57 час приведены на рисунке.



Кривая *а* представляет собой зависимость концентраций углекислого газа в атмосфере от времени на высоте 2 м от поверхности земли. При ветреной погоде были обнаружены быстрые изменения концентрации CO_2 с периодом в несколько секунд. В этих случаях производилось усреднение концентраций за 1—2 мин. Амплитуда быстрых колебаний концентраций CO_2 может достигать 30% от среднего значения. Замеры концентраций CO_2 в диапазоне высот 0—3 м в непрерывном режиме показали, что усредненная концентрация CO_2 в атмосфере постоянна по высоте в пределах ошибки измерений.

Результаты измерений концентраций CO_2 в почвенном воздухе представлены на рисунке кривой *б*. Сравнение кривых показывает, что концентрация CO_2 в почве (серо-бурая солонцеватая с содержанием органического вещества от 1,5 до 3%) значительно выше, чем в атмосфере и также непостоянна в течение времени измерения. Отсутствие явно выраженного суточного хода концентраций CO_2 по-ви-

димому, связано с понижением интенсивности фотосинтеза и биохимической активности почвы в конце ноября. Установлена корреляция между сглаженным ходом концентрации CO_2 в атмосфере и почве: на временном участке с 16.00 до 14.00 коэффициент корреляции составил 0,82 (вероятность — 0,999); на временном участке с 14.00 до 8.00 корреляция между концентрациями CO_2 в атмосфере и почве не обнаружена) на временном участке с 8.00 до 0.30 коэффициент корреляции составил 0,62 (вероятность — 0,98).

Из того обстоятельства, что концентрация CO_2 в почвенном воздухе в 2÷5 раз выше, чем в атмосфере, следует, что поток CO_2 направлен из почвы в атмосферу.

Результаты прямого измерения плотности потока CO_2 из почвы в атмосферу показаны стрелками на рисунке. Координаты начала стрелок указывают на концентрацию CO_2 в атмосфере в момент установки накопителя и начала каптажа, а координаты концов стрелок — конечную концентрацию в накопителе в момент ее измерения. Плотность потока рассчитывалась по формуле:

$$\bar{j} = k \frac{c_1 - c_2}{t}$$

где \bar{j} — средняя плотность потока в $\text{см}^3/\text{м}^2 \cdot \text{сут.}$;

c_1 — концентрация CO_2 в накопителе в начале замера в млн. $^{-1}$;

c_2 — концентрация CO_2 в накопителе в конце замера в млн. $^{-1}$;

t — время накопления в сутках;

$k = 1,3 \cdot 10^{-1}$ — коэффициент, зависящий от объема накопителя.

Следует отметить, что увеличение потока CO_2 через границу раздела в утренние и дневные часы 30.11.1980 совпадает с ростом концентрации CO_2 в атмосфере и почве (кривые *а* и *б*). Некоторое различие в величинах потоков, одновременно измеренных двумя накопителями (накопителю с № 1 соответствуют стрелки с нечетными номерами, накопителю № 2 — с четными), возможно, объясняется тем, что накопитель № 1 был установлен на взрыхленной почве, а накопитель № 2 на плотной.

Измерения концентрации углекислого газа в атмосфере над поверхностью моря производились на расстоянии 5 км от берега в 60—70 км от гор. Баку. Концентрация CO_2 измерялась параллельно на высоте 1,5 и 14 м над поверхностью моря в течение 42 час. Замеры показали, что концентрация CO_2 в атмосфере на этих высотах постоянна в пределах ошибки измерений. Суточный ход концентраций CO_2 в наших измерениях отсутствовал. Среднее значение концентраций CO_2 составило 335 млн. $^{-1}$. Так же как и при измерениях над сушей наблюдались колебания концентраций CO_2 с периодом в несколько секунд, по-видимому, связанные с турбулентностью атмосферы, однако их амплитуда была значительно меньше.

Плотность потока CO_2 через границу раздела атмосфера—гидросфера определялась путем замера концентрации CO_2 под плавающим на поверхности моря накопителем с погруженной нижней кромкой, соединенного гибким шлангом с газоанализатором. Концентрация CO_2 под накопителем в измеренных случаях понизилась по сравнению с первоначальным значением — свидетельство того, что поток CO_2 был направлен из атмосферы в море. Однако, ввиду ограниченного числа

замеров, этот результат требует дальнейшей экспериментальной проверки. Кроме того, величина и направление потока CO_2 зависят от сочетания различных метеорологических и океанографических факторов и может значительно меняться в течение года. Температура воды во время измерений колебалась в пределах $12,1-12,8^\circ\text{C}$, рН — $6-6,5$, температура воздуха $7,6-15,1^\circ\text{C}$, сила ветра — $2-12$ м/с.

Представляет определенный интерес сопоставление параметров газообмена CO_2 в системах атмосфера—почва и атмосфера—гидросфера, таблица.

Вид измерений	Количество замеров	Пределы колебаний	Среднее значение
Концентрация CO_2 в атмосфере над сушей, млн. ⁻¹	67	150—380	260
Концентрация CO_2 в почвенном воздухе, млн. ⁻¹	67	550—1165	765
Концентрация CO_2 в атмосфере над морем, млн. ⁻¹	20	—	335
Концентрация CO_2 в морской воде, мл/л	6	0,25—0,41	0,33
Плотность потока CO_2 из почвы в атмосферу, см ³ /м ² .сут	16	100—2000	500
Плотность потока CO_2 из атмосферы в гидросферу см ³ /м ² .сут	2	—	50

Из таблицы следует, что концентрация CO_2 в атмосфере над морем выше, чем над сушей, причем величина изменений концентраций CO_2 в атмосфере над морем значительно меньше, чем над сушей и в почве. Плотность потока CO_2 из почвы в атмосферу варьирует в пределах порядка и в среднем составляет $10^2 \text{ см}^3/\text{м}^2 \cdot \text{сут.}$, что примерно соответствует имеющимся в литературе оценкам [1].

Выводы

1. Синхронные измерения концентраций CO_2 в атмосфере, почве и плотности потоков CO_2 из почвы в атмосферу показывают, что в условиях эксперимента концентрация углекислого газа в приземном слое воздуха в значительной степени определялась потоками, циркулирующими между почвой и атмосферой.
2. Концентрации CO_2 в атмосфере и почве подвержены резким колебаниям: впервые отмечена «высокочастотная» составляющая хода концентраций CO_2 в атмосфере с периодом в несколько секунд.
3. Концентрации CO_2 в атмосфере над морем значительно стабильнее во времени и более высокие по величине, чем над сушей.
4. Использование параллельных замеров концентраций CO_2 в атмосфере—почве и атмосфере—гидросфере и одновременный замер плотности потоков CO_2 на границе раздела сред позволяет более детально исследовать процессы газообмена в этих системах.

Литература

1. Юнге Х. Химический состав и радиоактивность атмосферы. М., «Мир», 1965.
2. Проблемы атмосферного углекислого газа. Тр. советско-американского симпозиума. Л., Гидрометеоздат, 1980.
3. Talma A. S., Vogel J. C. Carbon Dioxide in Continental Air. „Environment International“, 2, № 4—6, 1979.
4. Keeling C. D., Bacastrow et al. Atmospheric Carbon Dioxide variations at Mauna Loa Observatory, Hawaii. Tellus, 28, p. 533—551, 1976.
5. Катунин И. М. Обмен между океаном и атмосферой в районе пролива Дрейка. Ср. ААНИИ, 334, с. 152—156, 1976.
6. Белов Н. А., Коваль А. К., Миронов В. Д., Попов А. И., Процевко Е. Д. ЖПС, 31, 1979, № 4.

В. С. Афанасьев, И. С. Гулиев, Ф. Г. Дадашев, В. М. Колобашкин, М. И. Котова,
И. М. Назаров, А. И. Накхутин, А. И. Попов,
А. В. Пышинов, А. А. Феязуллает, Ш. Д. Фридман

АТМОСФЕР-ТОРПАГ ВЭ АТМОСФЕР-ГИДРОСФЕРАНЫН АҖРЫЛМА СЭРҖЭДДИНДЭ CO_2 МУБАДИЛЭСИНИН ӨҖРЭНИЛМЭСИНЭ ДАИР

Мәгаләдә атмосфер-торпаг вэ атмосфер-гидросфер системләриндә карбон газынын концентрасиясынын вэ ахынынын синхрон өлчүсү һаггында бәзи мәлуматлар верилмишир. Тәдгигат «Флуорит-2» лазер абсорбсия газ анализатору васитәсилә апарылмышдыр.

Мүәҗҗән олунмушдур ки, карбон газынын концентрасиясы атмосфердә вэ торпагда кәскин дәҗишир: илк дөфә олараг, атмосфердә бир нечә саниҗә мүддәтиндә карбон газынын концентрасиясынын јүксәк тәзликдә дәҗишилмәси геҗд олунмушдур.

Атмосфер-торпаг вэ атмосфер-гидросфер гатында еҗни вахта карбон газы концентрасиясынын вэ карбон газы ахынынын сыхлыгынын өлчүлмәси бу системдә газын дәҗишилмә просесинин дәгиг тәдгигатына имкан верир.

V. S. Afanasyev, I. S. Guliyev, F. G. Dadashev,
V. M. Kolobashkin, M. I. Kotova, I. M. Nazarov, A. I. Nakhutin, A. I. Popov,
A. V. Pyshnov, A. A. Feyzullayev, Sh. D. Fridman

TO THE STUDY OF CO_2 EXCHANGE ON THE BOUNDARY OF THE DIVISION OF ATMOSPHERE—SOIL AND ATMOSPHERE—HYDROSPHERE

Some data about synchronous measurements of concentrations and CO_2 floods in atmosphere—soil and atmosphere—hydrosphere systems are added in the article.

Investigations were carried out by laser absorptional gas analyser „Fluorite-2“. It is ascertained that CO_2 concentrations in atmosphere—soil system have undergone sharp variations: «high density» component of traverse of CO_2 concentrations in atmosphere with order period of some seconds is marked for the first time.

The use of parallel measurements of CO_2 concentrations in atmosphere—soil, atmosphere—hydrosphere and synchronous measurement of CO_2 floods in these systems allowed to study the processes of exchange in detail.

УДК 550.42

Б. А. БАЛАКИШЕВА, Т. Н. РАШИДОВА,
Н. Ц. ВЛАДИМИРОВА, Л. П. УХОВА

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ
В ВОДАХ МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ АЗЕРБАЙДЖАНА**

Минеральные источники Азербайджана, славящиеся своими целебными свойствами и являющиеся гидроминеральной базой курортов, могут быть использованы и для извлечения химических элементов, в том числе редких, а также в качестве гидрогеохимического поискового критерия на некоторые полезные ископаемые, в том числе на нефть и газ. В последнее время они используются и в качестве гидрогеохимических предвестников землетрясений. В связи с указанным, изучение микроэлементного состава, форм нахождения и условий минералообразования в природных водах представляет актуальную задачу.

Нами изучены термальные воды м. Шихово и м. Сураханы Апшеронского полуострова и с. Даррыдаг Нахичеванской АССР. В геологическом отношении район источника Шихово находится в юго-восточной периклинальной части Бибэйбатской брахиантиклинали, осложненной глубинным региональным разломом, а сероводородная вода изливается из скважины, пробуренной в песчаных образованиях подкирмакинской свиты (ПК) продуктивной толщи на глубину 2416 [1]. Участок пос. Сураханы в тектоническом отношении представляет куполовидную брахиантиклинали, сложенную нарушениями характера поперечных сбросов с амплитудой 5—50 м, а сероводородная вода (верхние воды) циркулирует в апшеронских породах близко к земной поверхности (до глубины 40 м) и выступает в колодцах (до глубины 7—10 м) и в обнажениях. Шиховская вода более минерализованная (16,45 г/л), более высокотемпературная (60°C) и с большим содержанием сероводорода (400 мг/л), чем сураханская (6,84 г/л, 25°C и 55—70 мг/л соответственно). Даррыдагский источник расположен в зоне разлома юго-западного крыла Джульфинской антиклинали, сложенной верхнемеловыми (сеноман) и третичными (нижний эоцен) отложениями, представленными мергелями и глинами с тонкими пропластками известняков и брекчиевидных песчаников. Вода температурой 26,5°C фонтанирует из скважины, пробуренной до глубины 112 м, под напором 8—10 атм. На глубине 16,7—17,1, 23 м скважина пересекает мягкий слой мергеля с прослойками реальгара и аурипигмента.

В табл. 1 приведен микро- и макроэлементный состав изученных вод. Макроэлементный состав дан по [1], а микроэлементы изучены по разработанной нами методике [2—4]. Расчетом коэффициентов, определяющих принадлежность вод к одному из основных химических типов вод [5], установлено, что шиховская и даррыдагская воды отно-

сятся к карбонатному типу и становление их состава происходило путем растворения и выщелачивания легкорастворимых солей из засоленных пород. Что касается сураханской воды, то она относится к магниевому подтипу сульфатного типа и является седиментационной водой.

Таблица 1

Макро- и микроэлементный состав минеральных вод Азербайджана
(мыс Шихово, пос. Сураханы, сел. Даррыдаг Нах. АССР)

Компоненты	м. Шихово		пос. Сураханы		с. Даррыдаг	
	моляльность	мг/л	моляльность	мг/л	моляльность	мг/л
Na+K	0,2436	5600,5	0,0783	1342,3	0,204	4697,14
Ca	0,29 · 10 ⁻³	12	0,0140	586	0,0050	197,86
Mg	0,21 · 10 ⁻³	5,2	0,0120	292	0,0066	162,31
Cl	0,1469	5211	0,0802	2845	0,1500	5318,59
SO ₄	0,0048	464	0,0102	980	0,0091	881
HCO ₃	0,0604	3687	0,0109	670	0,0863	5268
CO ₃	0,0104	624,9				
Br	0,78 · 10 ⁻³	63,1			0,24 · 10 ⁻³	18,98
J	0,79 · 10 ⁻⁴	10,6			0,38 · 10 ⁻⁴	4,89
H ₂ S	0,0071	460	0,0010	65		
Своб. CO ₂					0,0356	1570
Общ. мин.	0,4746	15800	0,1741	6890	0,5131	18200
B	0,0015	16,67	0,21 · 10 ⁻³	2,28	0,0037	40,07
Sr	0,12 · 10 ⁻⁴	1,03	0,12 · 10 ⁻³	10,41	0,52 · 10 ⁻⁴	4,58
Se	0,49 · 10 ⁻⁶	0,039	0,40 · 10 ⁻⁶	0,032	0,11 · 10 ⁻⁶	0,009
Ag	0,66 · 10 ⁻⁶	0,066	0,37 · 10 ⁻⁷	0,004		
Ba	0,31 · 10 ⁻⁵	0,47	0,10 · 10 ⁻⁵	0,14	0,13 · 10 ⁻⁵	0,19
Cu	0,18 · 10 ⁻⁴	1,16	0,47 · 10 ⁻⁶	0,03	0,18 · 10 ⁻⁴	1,18
Mn	0,23 · 10 ⁻⁵	0,13	0,76 · 10 ⁻⁶	0,042		
Ni	0,35 · 10 ⁻⁵	0,21				
Pb	0,14 · 10 ⁻⁵	0,29				
Ti	0,35 · 10 ⁻⁵	0,17				
Cr					0,83 · 10 ⁻⁴	4,31
Al					0,16 · 10 ⁻⁵	0,43
Si					0,24 · 10 ⁻³	6,74
As					0,36 · 10 ⁻³	27,32
Ga					0,52 · 10 ⁻⁵	0,36
Fe					0,13 · 10 ⁻³	7,57
V	0,42 · 10 ⁻⁹	10 ⁻⁴				

По микроэлементному составу изученные воды также различаются. Шиховские воды отличаются повышенными относительно кларка морской воды по [6] концентрациями Pb (кларк концентрации 2900), Cu (386), Ti (170), Ni (105), Mn (63), Ag (22), Se (9,7), B (3,6), Ba (16).

Содержания Sr (0,13) и U (0,03) ниже кларка. Даррыдагские воды характеризуются высокими кларками концентрации As (91000), Cr (85000), Ga (12000), Fe (757), Cu (390), B (8). Хотя содержания Ba (6), Al (4,3), Si (2,2), Se (2,2) также выше кларка морской воды,

но их кларки концентрации не такие высокие, как у предыдущих элементов. Содержание Sr (0,6) также ниже кларка, как и в шиховской воде. Сураханские воды характеризуются как малым спектром микроэлементного состава, так и невысокими кларками концентрации: Mn (14), Cu (10), Se (8), Ba (4,7), Ag (1,3), Sr (1,3). Эти воды отличаются также вышекларковым содержанием стронция и низким кларком бора (0,5).

Повышенные содержания ряда изученных элементов свидетельствуют о вкладе в химический баланс изученных вод глубинных гидротермальных флюидов, несущих по глубинному разлому «мантийные» ассоциации рудных элементов (медь, серебро, селен и др.). Об этом же свидетельствует повышенное содержание в шиховской воде гелия (0,013%), анализ которого произведен в лаборатории абсолютной геохронологии Института геологии.

Формы нахождения химических элементов рассчитаны термодинамическим путем. Уравнения баланса масс совместно с уравнениями констант диссоциации решены на ЭВМ «Мир-2» методом подстановок. Произведен расчет соотношений химических форм микро- — Sr, Ba, Mn, Ni, Cu, Se, Pb, Ag, Ti, U, V, Br, J, As, Cr, Al, Fe, Si, Ga и макрокомпонентов — K, Na, Ca, Mg, Cl, SO₄, HCO₃, CO₃, H₂S в широком интервале температур, давлений, pH и Eh.

Значения энтальпии, энтропии, молярные теплоемкости и молярные объемы взяты из [7—9]. Для повышенных температур расчет энергии Гиббса производился по уравнению, предложенному М. И. Темкиным и Л. А. Шварцманом. При отсутствии данных по теплоемкости принималось $C_p = \text{constant}$ (если были известны табличные величины только для 25°C) или $\Delta C_p = 0$ (когда данные по теплоемкости отсутствовали). Влияние давления учитывалось введением в выражение расчета энергии Гиббса добавочного члена $\Delta V dp$, где ΔV — изменение молярных объемов реагирующих веществ.

Парциальные давления газов определялись исходя из величин концентраций растворенных в воде газов и соответствующих констант Генри [10]. Расчет константы равновесия воды производился по уравнению [13]:

$$\lg -K_w = -10 - \frac{3870}{T} + 10 \lg \varphi + \frac{7500}{T + 600} \varphi \lg \omega,$$

где φ — плотность воды при заданных температуре и давлении. Коэффициенты активности ионов были рассчитаны по формуле Дебая-Хюккеля, видоизмененной В. М. Левченко [12] применительно к воде с большей, чем 0,1 ионной силой. На рис. 1—3 приведены результаты расчетов форм нахождения главных и редких компонентов в шиховской воде для глубинных условий (глуб. 2416, где pH=6, Eh=-0,225, P=262 атм., T=71°C) и поверхностных условий, где pH=8, Eh=0,44, P=1 атм., T=25°C. Для даррыдагской и сураханской вод изучены формы нахождения химических элементов при pH=6,8 и 8, Eh=0,44 и T=25°C.

В связи с тем, что в балансе шиховской воды участвуют и глубинные флюиды, нами рассчитаны возможные формы нахождения химических компонентов в шиховской воде глубже забоя скважины при T=200°C и давлении до 700 атм или глубине до 7000 м. Подобные

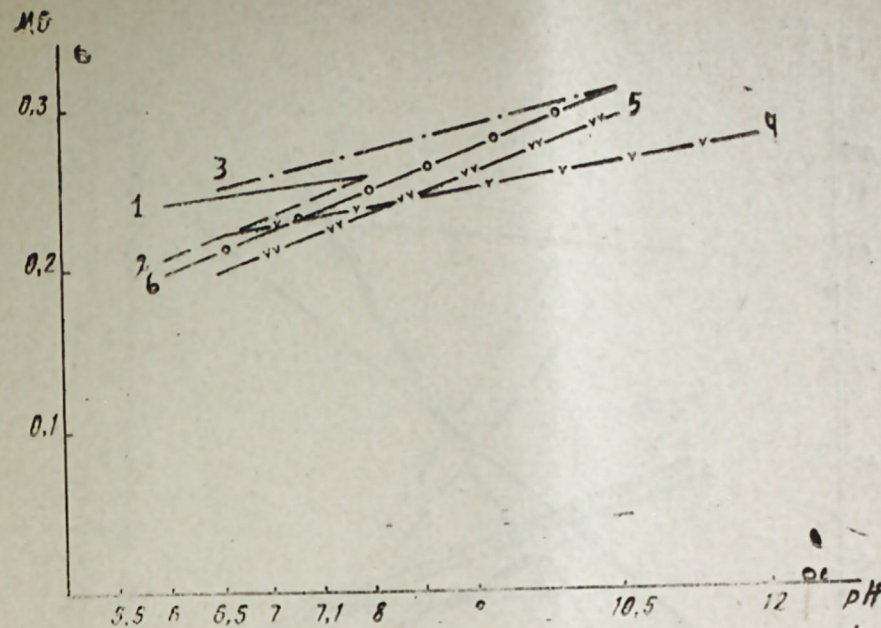


Рис. 1. Изменение ионной силы Cl—HCO₃—Na воды (м. Шихово) в зависимости от pH, Eh и t.

1 — t — 25°C, Eh — 0,44; 2 — t — 25°C, Eh — 0,225; 3 — t — 150°C, Eh — 0,44;
4 — t — 150°C, Eh — 0,4; 5 — t — 200°C, Eh — 0,9; 6 — t — 300°C, Eh — 1,0

расчеты произведены с целью установления динамики изменения форм нахождения химических компонентов в водах с изменением физико-химических параметров, а также условий осаждения кристаллических форм минералов (нерастворимых форм соединений).

Установлено, что в пластовых условиях (на глубине 2400 м при T=71°C, pH=6,0, Eh=-0,225) в кислой и восстановительной среде щелочные и щелочноземельные элементы Na, Ca, Mg, Sr, Ba представлены в форме свободных (98,7; 82,2; 86,0; 81,9; 91,2%, соответственно) и в меньшей степени гидрокарбонатных (0,9; 12,3; 10,3; 13,6; 1,5, соответственно) и сульфатных (0,31; 3,9; 2,4; 2,4; 3,1 соответственно) комплексов.

Основной формой Mn является гидроокисная Mn(OH)₃ (99,9%), а Ni представлен в трех формах: положительно заряженной гидрокарбонатной NiHCO₃ (78,9%), свободного иона Ni²⁺ (14,4%) и нейтральной карбонатной (9,4%). Медь и серебро представлены в форме полисульфидных отрицательно заряженных комплексов (Cu(HS)₃²⁻ (99,9%), Ag(HS)₂⁻ (97,7%), а свинец — полусульфидного Pb(HS)₂⁰ — 99,4% нейтрального комплекса. Титан при всех условиях сохраняет форму положительного комплекса TiO²⁺ (99,9%), а Cl — отрицательного иона. Маленькие высоковалентные катионы находятся в форме анионных комплексов, изополикислот, нейтральных H₃BO₃⁰ (99,5%), анионных комплексов UO₂(CO₃)₃⁴⁻ (70,4%), UO₂(CO₃)₂²⁻ (28,7%), HSe⁻ (99,2%), Cl⁻ (99,9%), J⁻ (92,9%), в меньшей степени нейтральной молекулы JCl⁰ (6,6%). Сера представлена в многообраз-

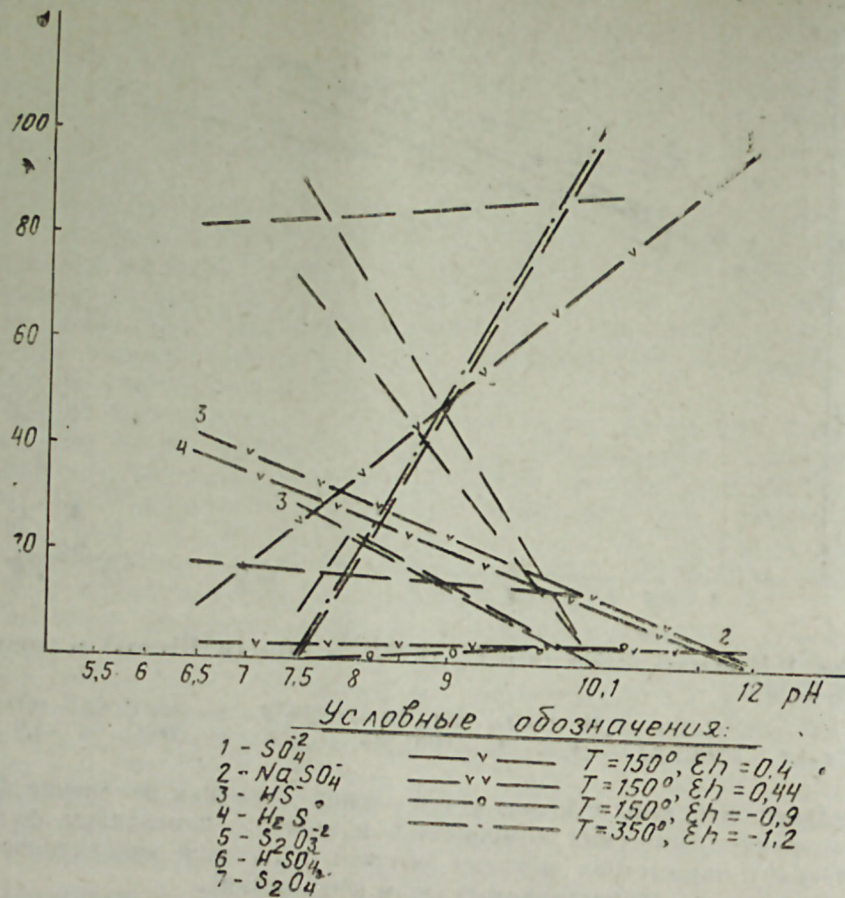


Рис. 2. Изменение форм серы в $Cl-HCO_3-Na$ воде (м. Шихово) в зависимости от pH и Eh

ной форме: сульфатных (34,0%), полисульфидных (29,1%), тиосульфатных и гидросульфатных комплексов. Углерод, в основном, представлен в форме нейтральной молекулы $H_2CO_3^0$ (58,1%) и гидрокарбонатного HCO_3^- (39,4%) комплекса. Давление газов (CO_2, H_2S, H_2, CO, O_2) в указанных условиях составляет 3,97, 0,13, $0,26 \cdot 10^{-3}$, $0,42 \cdot 10^{-2}$ и $0,26 \cdot 10^{-38}$ атм., соответственно, т. е. в газовой фазе преобладают углекислый газ и сероводород. В указанных условиях могут образоваться минералы Ca (α - и β - модификации бассанита $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$), Ba (барит $BaSO_4$), Ni (миллерит — NiS), Cu (халькозин — Cu_2S), клокманит — $CuSe$, ковеллин — CuS), Pb (клаусталит — $PbSe$, галенит — PbS), Ag (хлораргирит — $AgCl$).

При тех же пластовых условиях ($T=71^\circ C, E_h=0,225$) при незначительном увеличении pH, т. е. в слабощелочных условиях ($pH=8$) уменьшаются свободные формы Na, Ca, Mg, Sr, Ba (95,6; 64,1; 61,2; 58,4; 80,0, соответственно) и соответственно увеличиваются их бикарбонатные (2; 20,6; 15,8; 20,6; 1,7, соответственно) и сульфатные (1,6; 15,3; 8,6; 8,4; 13,3; соответственно) формы.

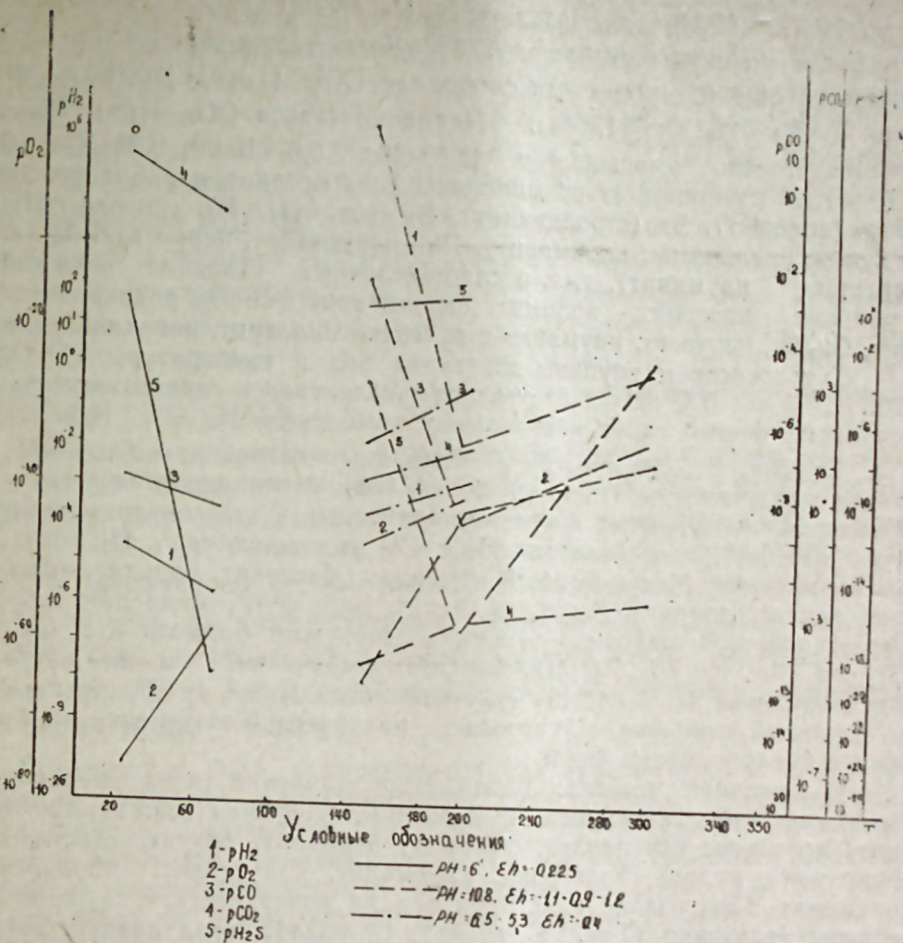


Рис. 3. Изменение давления газов в шиховской воде в зависимости от температуры

Основными формами Mn становятся карбонатная (51,4%), бикарбонатная (25,6%) и свободного иона Mn^{2+} (18,8%), а никеля — карбонатная (91,6%) и бикарбонатная (7,5%). Медь и серебро представлены в форме хлоридных ($CuCl_2^-$ (48,5%), $CuCl_3^{2-}$ (38,6%), $AgCl_2^-$ (48,1%), $AgCl_3^{3-}$ (25,5%), $AgCl_3^{2-}$ (21,5%), $AgClO$ (4,9%), в меньшей степени гидросульфидных ($Cu(HS)_3^{2-}$ (12,8%) комплексов. Для свинца основной формой становится гидроокисная $Pb(OH)^+$ (92,9%), в меньшей степени карбонатная (5,1%) формы.

Уран представлен в форме уранилтрикарбонатного комплекса $UO_2(CO_3)_3^{4-}$ (99,8%), а бор — изополикислоты $H_3BO_3^0$ (70,3%), анионного комплекса $H_4B O_4^-$ (23,6%). Селен, хлор и йод сохраняют те же формы HSe^- (99,9%), Cl^- (99,9%), I^- (99,9%). Сера увеличивает сульфатную свободную SO_4^{2-} (78,3%) и связанную с натрием $NaSO_4^-$ (21,6%) формы. Углерод также увеличивает гидрокарбонатную свобод-

ную HCO_3^- (89,3%) и связанную с $\text{Na}-\text{NaHCO}_3$ (5,6%). Форма нейтральной молекулы углерода H_2CO_3^0 уменьшается до (1,3%), но проявляется еще и карбонатная свободная CO_3^{2-} (1,9%) форма и связанная с $\text{Na}-\text{NaCO}_3^-$ (1,9%). Давление газов CO_2 , H_2S , H_2 , CO соответственно уменьшается ($0,89 \cdot 10^{-1}$, $0,67 \cdot 10^{-20}$, $0,26 \cdot 10^{-9}$, $0,95 \cdot 10^{-14}$). Могут осаждаться минералы Ca (бассанит, кальцит, арагонит), Mg (доломит), Sr (стронцианит), Ba (барит), Mn (родохрозит), Cu (куприт, халькозин, клоксманит), Pb (клаусталит, церуссит), Ag (хлораргирит, науманит), т. е. в слабощелочных условиях осаждаются кальцит, арагонит, доломит, стронцианит, BaSeO_3 , родохрозит, куприт, Cu_2Se , церуссит, науманит и исчезают миллерит, ковеллин, галенит.

С увеличением глубины залегания вод и температуры ($T=150-200^\circ\text{C}$, $Eh=-0,4$, $\text{pH}=6,5$) угольная, селеновая и серная кислоты увеличивают формы своих нейтральных комплексов H_2CO_3^0 , H_2Se^0 , H_2S^0 , Na , Ca , Mg , Sr , Ba , Mn , Ni — свободных катионов, а Cu , Pb , Ag вновь представлены гидро- и полисульфидными формами. Для бора изменение нейтральных форм незначительно. С увеличением температуры парциальные давления H_2 и CO уменьшаются, а O_2 , CO_2 , H_2S увеличиваются. Могут выпасть минералы: бассанит, кальцит, арагонит, портландит, доломит, периклаз, барит, пироксонт, миллерит, клаусталит, галенит. В щелочных условиях основными формами Na , Ca , Mg , Sr , Ba , Mn , Ni , Pb , Ag становятся гидроокисные, Cu и, частично, Ag -хлоридные, Se — нейтральные комплексы H_2Se^0 , J , Cl^0 , серы — тиосульфатный комплекс, а углерода — различные соотношения карбонатных и бикарбонатных форм.

В щелочных условиях парциальное давление газов уменьшается, за исключением кислорода. В указанных условиях осаждаются кальцит, арагонит, портландит, доломит, периклаз, брусит, стронцианит, пироксонт, куприт, халькозин, клоксманит, клаусталит, хлораргирит, науманит. При изливе пластовых вод на поверхность, т. е. в окислительных условиях ($T=25^\circ\text{C}$, $\text{pH}=8$, $Eh=0,44$), сера присутствует в высшей степени окисления — SO_4^{2-} , медь, серебро — хлоридных комплексов — CuCl_2 , CuCl_3^- , AgCl_2^- , AgCl_3^- , AgCl_4^{2-} а свинец — гидрокарбонатных — PbHCO_3^+ . В указанных условиях парциальные давления H_2 , CO , H_2S резко уменьшаются, особенно H_2S , увеличиваются O_2 , а CO_2 остается без изменений. Число осаждаемых минералов уменьшается: бассанит, барит, малахит, азурит, церуссит, хлораргирит.

Для даррыдагской воды поведение макро- и микроэлементов изучено в условиях окислительных и кислых, приближающихся к нейтральным, и слабощелочных, т. е. при изливе вод на поверхность.

В даррыдагской карбонатного типа воде в слабощелочных и окислительных условиях ($T=25^\circ\text{C}$, $\text{pH}=8$, $Eh=0,4$), соотношения форм Na , Ca , Mg , Sr , Ba примерно такие же, как и в шиховской воде, т. е. при переходе из кислых в слабощелочную среду уменьшаются свободные формы их с соответствующим увеличением гидрокарбонатных, карбонатных и уменьшением сульфатных форм. В отличие от шиховской, в даррыдагской воде в указанных условиях формы Na , Ca , Mg , Sr , Ba — более связанные с гидрокарбонатом и карбонатом и менее связанные с сульфатом. Доля свободной формы сульфата в даррыдагской воде меньше за счет присутствия комплекса сульфата с Ca , содержание которого в шиховской воде практически мало. Угольная кислота

увеличивает степень диссоциации при изливе вод на поверхность, и в отличие от шиховской воды, в даррыдагской значительны доли комплексов Mg , Ca с карбонатом (Mg) и гидрокарбонатом (Mg , Ca).

Галлий, представленный при $\text{pH}=6,8$ в виде положительно заряженной гидроокиси $\text{Ga}(\text{OH})_2^+$ (97,09%), переходит при $\text{pH}=8$ в отрицательно заряженную гидроокись $\text{Ga}(\text{OH})_4^-$ (76,61%). Алюминий также из положительно заряженного $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ (40,6%) и нейтрального комплексов $\text{Al}(\text{OH})_3^0$ (43,5%) переходит в форму отрицательно заряженного комплекса $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ (94,3%). Железо представлено в форме нейтральной гидроокиси $\text{Fe}(\text{OH})_3^0$. Поведение меди аналогично поведению ее в шиховской воде — уменьшаются свободные (с 70,1 до 33,8%), сульфатные (с 5,01 до 2,3%), хлоридные (с 14,2 до 6,9%) и увеличиваются формы положительно заряженного комплекса CuOH^+ (с 7,2 до 54,57%).

Мышьяковая, селеновая, борная и кремниевая кислоты увеличивают степень диссоциации: HAsO_4^{2-} (с 65,64 до 96,78%), SeO_4^{2-} (с 20,4 до 99,7%). Бор, находящийся, в основном, в нейтральной форме H_3BO_3^0 (98,5%), также как и в шиховской воде, уменьшает ее до 80,9% с увеличением формы анионного комплекса H_4BO_4^- (с 0,9 до 12,4%), а хром из преимущественно гидроокисной ($\text{Cr}(\text{OH})_2^+$ (84,3%), CrOH^{2+} (13,2%) переходит в форму хромата CrO_4^{2-} (99,8%). Кремниевая кислота из нейтральной формы H_4SiO_4^0 (99,86%) диссоциирует в форму $\text{H}_2\text{SiO}_4^{2-}$ (99,9%).

Сураханская вода, отличающаяся от даррыдагской и шиховской типом и генезисом, характеризуется аналогичными соотношениями форм изученных элементов при $T=25^\circ\text{C}$, $\text{pH}=8$, $Eh=0,4$, отличаясь большей величиной свободных форм Na , Ca , Mg , Sr , Mn и меньшим значением гидрокарбонатных и карбонатных их форм. Для Sr , Ba и Mn значительна и сульфатная форма. Сера и углерод отличаются меньшей величиной свободной формы SO_4^{2-} (61,7%) и HCO_3^- (79,7%) и большей связанной с Ca и Mg . Для меди характерны те же соотношения, только свободная и хлоридная формы несколько меньше Cu^{2+} (29,5%), CuCl (4,2%), а гидроокисная CuOH (58,6%) больше. Серебро отличается большими величинами формы AgCl_2^- (79,1%) и AgCl^0 (11,1%) и меньшими AgCl_3^- (6,6%) и AgCl_4^{2-} (2,9%), в то время как в шиховской воде они составляют соответственно величины 69,9%, 5,4%, 12,0% и 12,5%. Селен и бор ведут себя также, как и в шиховской и даррыдагской водах, т. е. селен представлен в форме SeO_4^{2-} , а бор в форме нейтрального комплекса H_3BO_3^0 (81,9%) и H_4BO_4^- (11,7%).

Давления газов, находящихся в равновесии с раствором, также претерпевают существенные изменения при изливе вод на поверхность. Так, давления H_2 , CO , CO_2 , H_2S в даррыдагской и шиховской водах уменьшаются при изменении pH вод с 6 до 8, а O_2 возрастает ($T=25^\circ\text{C}$, $Eh=0,44$). Незначительные отличия имеются в давлениях CO и CO_2 в сураханской воде, в которой они на порядок меньше. Из даррыдагских вод при изливе их на поверхность ($T=25^\circ\text{C}$, $\text{pH}=8$, $Eh=0,4$) выпадает большее число минералов, чем из шиховской и

сураханской вод. Это объясняется тем, что при расчете сосуществующих с раствором твердых фаз для даррыдагской воды учтены кремний и алюминий. Это минералы Ca (бассанит, кальцит, арагонит, порландит, долмит, волластонит, псевдоволластонит, тремолит, анортит, лавсонит, CaB_4O_7 , $\text{Ca}(\text{FeO}_2)_2$), Mg (эпсомит, кордиерит, клиноэстатит, антофиллит, тальк, серпентин, шпинель, магнезиоферрит), Na (жадеит, $\text{Na}_4\text{SiO}_{10}$, анальцит, альбит, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$), Cu (брошантит, $\text{Cu}_3\text{SO}(\text{OH})_4$, диоптаз, делафосент, тенорит, малахит, азурит, $\text{Cu}(\text{FeO}_2)_2$), K (мусковит, кальсилит, лейцит, микроклин, санидин), Al (гиббсит, диаспор, бемит, муллит, кианит, андалузит, силлиманит, каолинит, диккит, галлуазит), Ga (Ga_2O_3 , зенгенит), Fe (гематит, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, гетит, хромит, сидерит, магнетит), Ba (санборнит, барит, BaSeO_4 , BaSeO_3), Si (кварц, кристобалит, тридимит, коэсит), Sr (стронцианит). Из сураханской воды выпадают при тех же условиях минералы Ca (бассанит, кальцит, арагонит, доломит), Mg (эпсомит), Cu (брошантит, $\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$, тенорит, малахит, азурит), Ba (BaSeO_4 , BaSeO_3 , барит), Sr (стронцианит), Mn (курнакит). Небольшое число минералов выпадает также из шиховских вод. Это минералы Ca (бассанит, кальцит, арагонит), Cu (тенорит, малахит, азурит), Ag (хлораргирит), Ba (BaSeO_4 , BaSeO_3 , барит), Mn (курнакит, родохрозит).

Как видно из вышеизложенного, число минералов, осаждаемых из вод, отражает как физико-химические параметры среды, так и состав вод, которые, в свою очередь, зависят от вмещающей среды. В свете сказанного представляет интерес рассмотрение форм и условий осаждения мышьяка и его соединений (табл. 2).

Таблица 2

Формы нахождения мышьяка и серы в даррыдагской воде при различных pH, Eh, давлении и температуре

Ион, молекула	Тип воды		Карбонатный							
	T, °C		25		50		50		150	
	P, атм		1		185					
	pH		6,8	8	6	8	6	8	6,5	
	Eh		0,44		-0,225		-0,4		-0,4	
HAsO_3^-										
H_2AsO_3^0										
H_3AsO_3^-				0,18	15,64	0,18	15,88	1,21		
H_2AsO_4^-	34,58	3,17	99,81	82,86	99,81	84,10	88,78			
HAsO_4^{2-}	65,54	96,78		1,43						
SO_4^{2-}	65,50	67,65		80,99	2,08	79,79	8,92			
S^{2-}										
HS^-				58,00	0,21					
H_2S^0				30,79	39,20		44,49			
NaSO_4^-	17,86	17,33			55,50		39,12			
CaSO_4	13,06	12,00		19,01		20,21	17,8			
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$			11,2							
					3,01		2,83			

Как видно из табл. 2, мышьяк, как и сера, находится в пластических условиях ($T=50^\circ\text{C}$, $\text{pH}=6$, $\text{Eh}=-0,225$) в формах $-\text{H}_3\text{AsO}_3^-$ (99,81%) и HS^- (98,0%) — благоприятных для осаждения аурипигмента (As_2S_3) и реальгара (AsS). С увеличением щелочности среды при той же температуре ($\text{pH}=8$, $\text{Eh}=-0,225$) сера представлена в сульфатной, т. е. в неблагоприятной для осаждения этих минералов форме. Из табл. 2 очевидно, что окислительные условия также неблагоприятны для осаждения указанных минералов. Можно однозначно утверждать, что прослойки аурипигмента и реальгара, встреченные на глубинах 16,7—17,1 и 23 м в скважине, осаждались из вод в кислых и восстановительных условиях.

Таким образом, становится очевидным, что химические элементы находятся в природных условиях в постоянном взаимодействии друг с другом, изменении и превращении одних форм в другие. Применение термодинамического расчета фазовых превращений соединений химических элементов позволяет прогнозировать их поведение при различных физико-химических и геолого-структурных условиях среды и использовать при решении как прямых, так и обратных задач.

Установленные закономерности могут быть использованы при поисках полезных ископаемых и при реконструкции условий образования рудных залежей.

Литература

1. Кашкай М. А. Минеральные источники Азербайджана. Баку, Изд-во АН Азерб. ССР, 1952.
2. Балакишиева Б. А. Исследование малых и редких элементов в водах и донных осадках Каспийского моря. Фонды Ин-та геологии АН Азерб. ССР, Баку, 1976.
3. Балакишиева Б. А., Рашидова Т. Н. Химическая модель воды Каспийского моря. «Геохимия», 1980, № 4.
4. Балакишиева Б. А. К методике количественного спектрального анализа Hg, Ti, Ag, Ca, Co, Ni и других элементов в различных типах пород. «Изв. АН Азерб. ССР, серия наук о Земле», 1976, № 1.
5. Валяшко М. К. Геохимия и генезис рассолов Иркутского амфитеатра. М., «Наука», 1965.
6. Гольдберг Э. Д. Редкие элементы в морской воде. В кн.: «Геохимия литогенеза», 1963.
7. Наумов Г. Б., Рыженко В. И., Ходаковский И. Л. Справочник термодинамических величин. М., Атомиздат, 1970.
8. Константы веществ для термодинамических расчетов в геохимии и петрологии. Справочник. М., «Наука», 1968.
9. Гаорелс РМ., Крайст Г. Л. Растворы, минералы, равновесия. М., Мир, 1968.
10. Рябин В. А., Остроумов М. А., Смит Т. Ф. Термодинамические свойства веществ. Справочник. Л., «Химия», 1977.
11. Norned H. S., Owen B. B. The Physical Chemistry of Electrolytic Solution. Reinhold, New York, Second Ed., 1958.
12. Owen B. B., Brindley S. R. Calculation of the effects of pressure upon ionic equilibria in pure water and in salt solution. Chem., № 29, 1941.
13. Nolzopfel W., Frank E. V. Zeitfähigkeit und Ionendissoziation des Wassers bis 100°C und 100 kbar. Ber. Bunsenges. phys. Chem., 1966, 70, N 29/10, S. 1105—1112.
14. Левченко В. М. Гидрохимические материалы, т. XV. Л., Гидрометеонадат, 1967.

АЗЭРБАЈЧАНЫН МИНЕРАЛ СУ МЭНБЭЛЭРИНДЭ
МИНЕРАЛ ЭМЭЛЭКЭЛМЭНИН ФИЗИКИ-КИМЈЭВИ ШЭРАИТИ

Мәгаләдә *ЕНМ*-ин көмәји илә апарылмыш термодинамик һесаблималар эсасында Азәрбајчанын мүхтәлиф типли минерал су мәнбәләриндә олан кимјәви элементләрин—(Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄, HCO₃, H₂S) вә икинчи дәрәҗәли (Se, U, B, J, Br, Ba, Mn, Ni, Cu, Pb, Ag, Ti, Si, As, K) концентрасијасынын, температурунун, тәзјигинин Рн вә Ен-нын кениш интервалда мигдарча мүнәсибәтләри мүнәсип олунмушдур. (H₂, O₂, CO, CO₂ вә H₂S) газларын мәнлулла таразлыг һалындакы парсиал тәзјиги һесаблинмыш, мәнлулла бирликдә галан бәрк фазанын һаллолма габилјјәти өјрәнилимиш вә бунун эсасында мүһитив физики-кимјәви параметрларинин дәјишмәсиндән асылы олараг бәрк фазанын чөкүнтү-сүнүн ардычыллыгы вә формасы тәјин олунмушдур. Тәјин олунмуш ганунаујун-лугдан, фәјдалы газынтыларын ахтарышында вә еләчә дә мөдән јатагларынын јенидән гурулмасынын тәшкилиндә истифадә етмәк олар.

B. A. Balakishiyeva, T. N. Rashidova, N. Ts. Vladimirova,
L. P. Ukhova

PHYSICO-CHEMICAL CONDITIONS OF MINERAL FORMATION
IN WATERS OF MINERAL SPRINGS OF AZERBAIJAN

On the basis thermodynamic calculations with the use of computer the quantitative relations of forms of main (Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄, HCO₃, H₂S) and secondary (Se, U, B, J, Br, Ba, Mn, Ni, Cu, Pb, Ag, Ti, Si, As, K) chemical elements of mineral springs of Azerbaijan have been determined in a wide range of concentrations, temperatures, pressures, pH and Eh. The partial pressures of gas (H₂, O₂, CO, CO₂, H₂S) being in balance with the solution, as well as the dissolutions of solid phases coexisting with the solution, have been calculated. Therefore sequence and form of solid phase settlings at alternating physico-chemical medium parameters have been determined. Obtained regularities can be used in mineral searches and reconstruction of conditions at which ore deposits are formed.

УДК 551(242.11+77)(479.24)

Ф. Ф. АХМЕДБЕИЛИ

РОЛЬ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ
СКЛАДЧАТОЙ СТРУКТУРЫ МЕЗОЗОЙСКИХ И КАЙНОЗОЙСКИХ
ОТЛОЖЕНИЙ КУСАРО-ДИВИЧИНСКОГО ПРОГИБА

Геологическая структура Кусаро-Дивичинской наложенной мульды, занимающей почти всю территорию СВ Азербайджана, составляла предмет изучения многих исследователей. Из анализа имеющейся многочисленной литературы становится очевидным, что в подавляющем большинстве эти исследования охватывали исключительно обнаженные полосы третичных и мезозойских отложений вдоль южного и западного бортов названной мульды. Глубинное же строение, в частности, тектоника погребенной мезозойской толщи и ее структурные соотношения со слоями третичного возраста оставались не исследованными.

Начатые в конце 40-х—начале 50-х годов глубокое разведочное бурение и геофизические работы (электроразведка и особенно сейсморазведка) дали возможность приступить к разработке вопросов, связанных с глубинной структурой региона. Должна была решаться конкретная задача — оценка перспектив нефтегазоносности юрских, меловых и палеоген-миоценовых отложений. Не имея возможности более подробно осветить хронологию всех видов проведенных геолого-геофизических работ, отметим лишь два момента.

Во-первых, структурные соотношения третичных и мезозойских образований и тектоническое строение самой мезозойской толщи (в пределах равнинной части Кусаро-Дивичинской наложенной мульды) рассмотрены лишь небольшим количеством исследователей [1, 2, 4, 5, 7, 8 и др.]. При этом точки зрения указанных исследователей зачастую дискуссионны, а иногда даже противоречивы. Такое принципиальное отличие существующих представлений о глубинном строении СВ Азербайджана, возможно, и является одной из причин почти безрезультатных поисков залежей нефти и газа.

Во-вторых, геотектоническая обстановка развития рассматриваемого региона в альпийском этапе оценивалась предшествующими исследователями исходя из решающей роли только вертикально направленных движений земной коры. Такая точка зрения отчетливо прослеживается во всей имеющейся геологической литературе по Кусаро-Дивичинскому прогибу.

Кусаро-Дивичинский прогиб, выполненный кайнозойскими маласовыми образованиями, расположен в зоне стыка альпийского складчатого-орогенного комплекса и эпигерцинской платформы. Это обстоятельство сыграло важную роль в формировании не только самой этой структуры, но и структуры мезозойской толщи, ее юго-западного

западного обрамлений; оно определило и некоторые другие геолого-тектонические особенности, например, сейсмичность [3] региона.

В результате выполненного нами анализа, точнее, пересмотра геофизических материалов, его сопоставления с геологическими данными и исследованиями дневной поверхности, отраженными на материалах дистанционных наблюдений, удалось получить некоторые выводы по части связи геофизических аномалий со структурой разновозрастных комплексов.

Сопоставление материалов бурения с геофизическими полями показывает, что погребенная поверхность мезозойской толщи в пределах Кусаро-Дивичинского прогиба характеризуется довольно сложным строением, что можно видеть из составленной совместно с Б. В. Григорьянцем структурной схемы (рис. 1). Прежде всего обращает внимание четко выраженное блоковое строение мезозойской толщи.

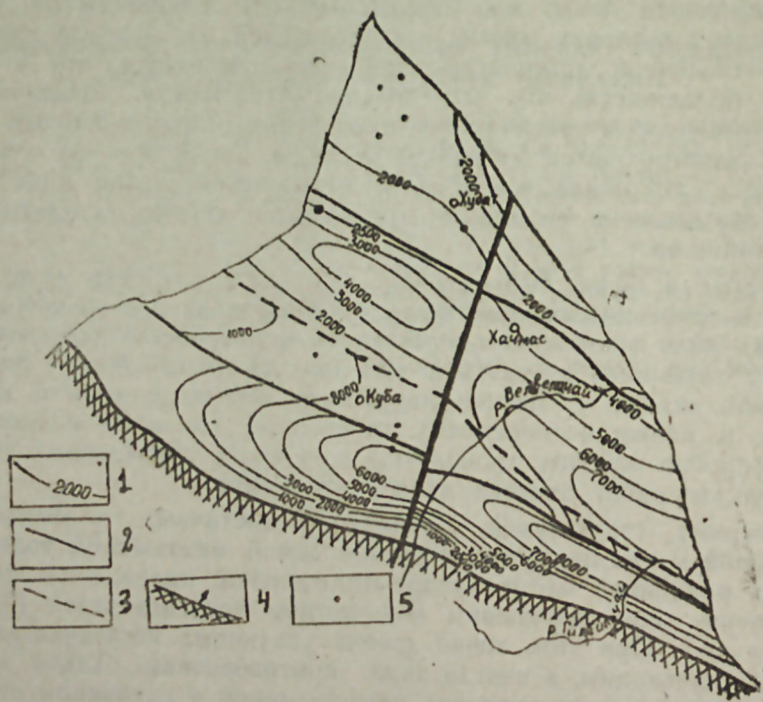


Рис. 1. Схематическая карта погребенной структуры по поверхности мезозойских отложений Кусаро-Дивичинского прогиба.

1 — изогипсы глубин поверхности мезозойских отложений; 2 — разломы; 3 — разломы предполагаемые; 4 — зона тектонического перекрытия по Крызско-Сиязанскому надвигу (стрелка — направление движения перекрывающей пластины); 5 — глубокие скважины

Им (блокам) соответствуют известные структурные элементы Кусаро-Дивичинского прогиба — Ялама-Худатское поднятие; Зейхурско-Дивичинский прогиб (синклиналь), Кусарское поднятие и его юго-восточное продолжение, прослеживаемое через локальные максимумы силы тяжести, Кайнарджа-Талабинский или Кубинский прогиб. Соответствующие им тектонические блоки разграничены крупными разрывами, нередко значительной амплитуды.

Предварительные результаты анализа материалов аэрокосмической съемки позволяют отметить, что такое строение хотя и фрагментарно, но все же фиксируется и на космо- и на аэрофотоснимках. Так, на основании этих снимков удалось проследить отдельные отрезки разломов, хорошо совпадающих с разломами, установленными на основе геофизических и буровых материалов. Один из основных глубинных разломов выделен впервые под названием Северо-Азербайджанского. Последний на дистанционных материалах местами выражен четко.

Следует отметить, что возрастание глубины залегания поверхности мезозоя прослеживается как с юго-запада на северо-восток, так и в широтном направлении. Об этом свидетельствует сопоставление материалов глубоких скважин в районах Талаби, Кайнарджа, Кусары, Худата, Яламы и т. д.

Поверхность мезозоя максимально опущена в пределах Талаби-Кайнарджинской синклинали (до 6000—7000 м). Эта поверхность находится на незначительных глубинах (например, в районе Худата — до 2000 м) в пределах Ялама-Худатского поднятия, приуроченного к юго-западному обрамлению эпигерцинской платформы.

Обращает внимание ступенчатое опускание поверхности мезозоя к восток-юго-востоку от Вельветичайского отрезка Западно-Каспийского разлома. По материалам скважин этот разлом в отложениях кайнозойского возраста, во всяком случае, в миоцен-плиоценовых отложениях не проявляется.

Ему в поверхностной структуре скорее соответствует флексурный изгиб, который, очевидно, и получает свое отражение в виде соответствующей полосы линеамента на дистанционных материалах. О проявлении Западно-Каспийского разлома в подстилающей (в основном мезозойской) толще можно судить исходя из сопоставления данных глубоких скважин в районе Кусаров и Хачмаса, а также Кайнарджи. Протягиваясь почти меридионально, этот разлом разграничивает погребенную мезозойскую толщу Кусаро-Дивичинской наложенной мульды на западную приподнятую и восточную опущенную части при вертикальной амплитуде этого ступенчатого перехода не менее 2000 м.

Из приведенных выше данных очевидно, что тектонические блоки, выраженные в мезозойской толще Кусаро-Дивичинской наложенной мульды, обнаруживают как продольную, так и поперечную зональность. Блоки близдолготной ориентировки расположены в прибрежной полосе региона, а общекавказского направления — вдоль южного борта прогиба.

Говоря о структурных соотношениях кайнозойского и мезозойского комплексов отложений, следует указать на определенные, иногда принципиальные различия в их строении. Над опущенными блоками мезозойской толщи отложения палеогена и неогена дислоцированы интенсивно, образуя резко выраженную складчатость, осложненную разрывами, а над приподнятыми разрыв выражены неполно (например, в районе Кусаров), дислоцированность значительно слабее.

Если говорить только о кайнозойской толще, то можно констатировать интенсивно выраженную складчатость только для палеогеновых и нижнесреднемиоценовых образований (рис. 2), что хорошо фикси-

руется не только по материалам скважин, но и по данным наземных наблюдений.

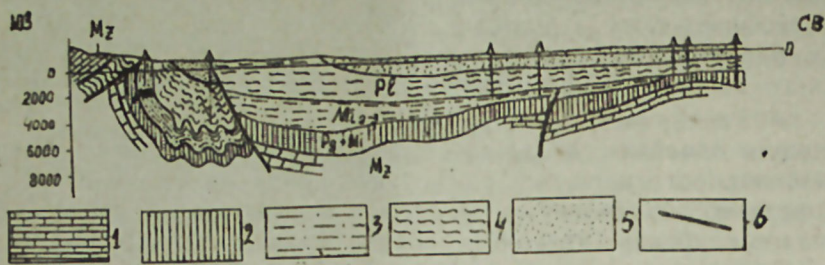


Рис. 2. Геологический профиль через Кусаро-Дивичинский прогиб.
1 — мезозойские отложения; 2 — палеоген и нижний миоцен; 3 — средний-верхний миоцен; 4 — плиоцен; 5 — четвертичные отложения; 6 — разрывы

Сопоставляя существующие структурные карты (или схемы, составленные по условным сейсмическим горизонтам, на основании сейсморазведочных работ) и увязав их с данными скважин, можно определенно говорить о том, что интенсивность складчатости заметно ослабевает вверх по разрезу кайнозойской толщи. Иначе говоря, речь может идти о наличии в основном двух структурных этажей внутри названной толщи.

О структурных соотношениях мезозойской и кайнозойской толщ можно судить и на основании перерывов в осадконакоплении. Так, в ряде районов Кусаро-Дивичинской наложенной мульды, например, в Кусарах, Ширвановке, Худате, скважинами вскрыты далеко не полные разрезы кайнозоя. Причем часто отсутствуют палеогеновые и значительная часть миоценовых отложений. Соотношение в залеганиях выражено резко. В целом же Кусаро-Дивичинская тектоническая структура как наложенная мульда связана с кайнозойским комплексом отложений.

На схемах и в палеотектонических реконструкциях предшествующих исследователей вопросы о развитии и формировании геологической структуры СВ Азербайджана, в том числе и Кусаро-Дивичинской наложенной мульды, рассматриваются с позиций фиксизма. При таком подходе геотектоническое развитие, обусловившее строение самой мульды, а также прилегающих к ней с юга крупных структур горной части, интерпретируется односторонне. Иначе говоря, роль и значение горизонтальных напряжений земной коры в данном регионе не принимались во внимание.

Имеется много фактов, свидетельствующих о том, что геотектоническое развитие Кавказского сегмента альпийского складчатого пояса в мезозое и кайнозое также характеризовалось значительными проявлениями горизонтальных подвижек. Уже сделаны первые попытки, рассмотреть геотектоническую обстановку ЮВ Кавказа с новых позиций [6].

Исследуемый нами регион — Кусаро-Дивичинский наложенный прогиб, представляя одну из крупных структур юго-восточного погружения мегантиклинория Большого Кавказа, не должен рассматриваться как нечто обособленное. Структура является лишь звеном в

цепи причинно-следственных связей различных тектонических единиц более крупного порядка, испытавших с той или иной интенсивностью весь сложный процесс тектонических движений.

С точки зрения геотектонического развития полученные нами результаты исследований дают основание говорить о существенной роли горизонтальных подвижек. Напряженность горизонтальной составляющей тектонической активности явно ослабевает с ЮЗ на СВ. Так, вдоль южного борта Кусаро-Дивичинской наложенной мульды, на ее стыке с Бешбармакской зоной слои мелового возраста по так называемому Сиазанскому надвигу надвинуты на палеогеновые. По последним данным бурения амплитуда горизонтального тектонического перекрытия достигает здесь 3,5—4 км. Северо-западнее Вельвеличайского разлома, по результатам исследований последнего десятилетия, удалось также установить пологое (до 3 км), колесо того же надвига. Здесь отложения титона, перекрывающего неок, смещены в северном направлении до 3 км.

В направлении к северо-восточным частям Кусаро-Дивичинской наложенной мульды элементы тектонических перекрытий исчезают. Можно лишь говорить о том, что по долинам основных рек четко фиксируется интенсивная складчатость майкопских и частично миоценовых слоев, представленных в основном пластичными глинистыми образованиями и опрокинутых в северном или северо-восточном направлении. Однако приуроченность зон интенсивного складкообразования к крупным прогибам раннего структурного плана, определяющего в частности блоковую структуру мезозойского (юра, мел) комплекса отложений, также свидетельствует в пользу активного проявления горизонтальной тектоники в процессе формирования складчатой структуры. Пример Талаби-Кайнарджинской антиклинальной зоны прямо указывает на наложенный характер складчатой структуры палеоген-миоценовых отложений, на ее формирование в результате горизонтального перемещения пластичных глинистых толщ, которыми эти отложения в основном представлены, в пределах ранее образованного прогиба. Вывод этот приобретает особое значение для практики проведения поисково-разведочных работ и прежде всего для оценки перспектив нефтегазоносности мезозойских отложений. Он прямо указывает на то, что Талаби-Кайнарджинская зона поднятий не должна рассматриваться в качестве объекта для поиска залежей нефти и газа в юрских и меловых отложениях.

Литература

1. Абдуллаев Р. Н., Джафаров Х. Д. Геолого-геофизическая характеристика Прикаспийского нефтегазоносного района Азербайджана. Баку, 1962.
2. Ахмедбейли Ф. С. Геологическое строение и развитие Кусаро-Дивичинского синклинория. Автореф. канд. дисс. Баку, 1954.
3. Ахмедбейли Ф. С., Кулиев Ф. Т., Шихалибейли Э. Ш. Азербайджан. В кн.: «Сейсмическое районирование территории СССР». М., «Наука», 1980.
4. Гаджиев Р. М. Глубинное геологическое строение Азербайджана. Баку, 1965.
5. Григорьянц Б. В., Мурадян В. М., Тагиев Э. А. Структурные соотношения мезозоя и кайнозоя вдоль южной периферии Кусаро-Дивичинского наложенного прогиба (СВ Азербайджан). АНХ, 1970, № 7.
6. Исаев Б. М., Гаджиев Т. Г., Али-заде С. А., Кенгерли Т. Н. Тектонические покровы и олистостромовые комплексы Юго-Восточного Кавказа. «Геотектоника», 1981, № 1.

7. Хаан В. Е., Ахмедбейли Ф. С. Геологическое строение и развитие Кусаро-Дивичинского синклиниория. Мат-лы по геол. СВ Азербайджана, Баку, Изд. АН Азерб. ССР, 1957.

8. Цимельзон И. О. Тектоника Прикаспийско-Кубинской нефтеносной области Азербайджана по данным геофизических исследований. «Геология», 1957, № 6.

Ф. Ф. Әмәдбәјли

ГУСАР-ДЭВЭЧИ ЧӨКЭЈИ МЕЗОЗОЈ ВЭ КАЈНОЗОЈ ЧӨКҮНТҮЛЭРИ ГЫРЫШЫГ СТРУКТУРУНУН ЭМЭЛЭ КЭЛМЭСИНДЭ ҺОРИЗОНТАЛ ҺЭРӘКЭТЛЭРИН РОЛУ

Мәғаләдә Гусар-Дәвәчи чөкәклијинин вә она јанашы дағлыг зонаның мезозој чөкүнтүләринин тектоник гурулушу өјрәнилишиди. Һәмин чөкүнтүләрин тәшкил етдији тектоник блокларын дәринлијиндән асылы олараг кәјнозој гатларынин дислокасијалары да хәјли фәргләнир. Рекионун тектоник структурунун инкишафында һоризонтал истигамәтли һәрәкәтләр мүәјјән рол ојнамыш вә нәтичәдә тектоник өртүкләр эмәлэ кәлишиди.

F. F. Akhmedbeyli

HORIZONTAL MOVEMENTS ROLE IN FOLD STRUCTURE FORMATION OF KUSARO-DIVICHI TROUGH MESOZOIC AND CENOZOIC DEPOSITS

Geophysical and borehole data and distance research materials analysis indicate to a complex block structure of Kusaro-Divichi trough Mesozoic deposits and adjacent structures of mining zone. Cenozoic strata overlying uplifted and sunk tectonic blocks are dislocated differently. Horizontal movements played a certain role in the region structure development that gave rise to formation of duplication overlaps.

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН ХӘБӘРЛӘРИ
Јер елмләри серијасы, 1982, № 1

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР
Серия наук о Земле, 1982, № 1

УДК (622.722):622.343/348(924.76)(479.2)

Р. Х. МИРЗОЕВ, Н. И. МАХМУДБЕКОВА, Э. Н. ЗЕЙНАЛОВА

ПЕРСПЕКТИВЫ БАКТЕРИАЛЬНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ КАК ОДНОГО ИЗ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА

Растущая потребность в минеральном сырье может быть частично удовлетворена в результате более полного использования сырьевых ресурсов путем внедрения прогрессивной технологии.

Не будет преувеличением сказать, что в настоящее время почти исчерпаны все принципиальные возможности совершенствования технологии открытой и подземной добычи сырьевых ресурсов как с чисто технической стороны, так и с точки зрения охраны окружающей среды. Поэтому так важны поиски новых путей добычи полезных ископаемых с учетом резкого увеличения технико-экономических и других показателей разработки месторождений.

Широкое внедрение геотехнологических методов добычи полезных ископаемых, основанное на бесшахтном переводе полезного ископаемого в подвижное состояние прямо на месте залегания, является одним из таких путей [2].

Наибольший интерес среди геотехнологических способов добычи представляет метод выщелачивания, и бактериально-химический в том числе. Сущность этого метода переработки руд заключается в биокаталитическом ускорении окислительных процессов, в результате которых труднорастворимые в воде сульфиды переходят в легкорастворимые сульфаты [2].

И если технология микробиологического выщелачивания металлов различна — в основном это «кучное» или «подземное», то механизм действия один и тот же — воздействие «живыми», биологически активными растворами на выщелачиваемый объект.

В настоящее время применение этого метода ограничено добычей цветных металлов и редких элементов, однако, как показывают исследования последних лет как у нас, так и за рубежом, есть все основания для внедрения его при разработке фосфоритов, железа, марганца и целого ряда других полезных ископаемых.

Наша страна широко представлена объектами для геотехнологического способа добычи полезных ископаемых. Так, в Советском Союзе производство цементной меди подземным и кучным выщелачиванием из некондиционных руд и отвалов отработанных участков медных месторождений намечает рост в значительных размерах уже к 1985 г.

Есть и на территории Азербайджана интересные, на наш взгляд, объекты с точки зрения определения возможного применения геотех-

нологических методов, перспективного использования их для извлечения цветных металлов.

В частности, ориентировочные подсчеты забалансовых руд по Мехманинскому, Агдаринскому, Гюмушлугскому, Филизчайскому и другим месторождениям говорят о том, что сотни тысяч дополнительных тонн меди, цинка и других цветных металлов могут быть получены бактериально-гидрометаллургическим путем. Совершенно очевидна необходимость дальнейшей разработки для каждого типа руды отдельной технологии выщелачивания с выявлением оптимальных условий извлечения металлов, изучения кинетики биохимических процессов выщелачивания металлов из руд — словом, должна быть изучена потенциальная возможность использования неэксплуатируемых, некондиционных, вкрапленных, забалансовых руд некоторых месторождений республики.

При организации бактериального выщелачивания наряду с обследованием месторождений по определению технической возможности, экономической целесообразности выбора того или иного способа выщелачивания (например, кучного или подземного) необходимо и детальное микробиологическое обследование для изучения распространения местной микрофлоры.

Как известно, основной группой бактерий, участвующей в окислении сульфидных руд, являются бактерии рода *Thiobacillus*. Преобладание определенной группы тионовых бактерий в рудных месторождениях определяется активной реакцией среды, что согласуется с различными физиологическими особенностями данного вида бактерий. Кроме того, наличие той или иной группы тионовых бактерий указывает на интенсивность окислительных процессов в обследуемых месторождениях, показывает, насколько благоприятна экологическая обстановка для развития и жизнедеятельности бактерий, а также свидетельствует о преобладании бактериальных или химических процессов [1, 2].

И потому усилия исследователей должны быть направлены на получение бактериальной культуры с наиболее активными биологическими свойствами (выделение бактериальной культуры целесообразно вести с самого месторождения, как наиболее адаптированного к местным условиям).

С 1972 г. геотехнологами Азербайджанского отдела комплексных исследований ЦНИГРИ проводятся исследования по изучению возможности применения метода микробиологического выщелачивания на различных минеральных типах медных руд Азербайджана с целью выявления объектов, на которых была бы рациональна организация методов подземного или кучного выщелачивания с бактериальной интенсификацией процесса выщелачивания.

В лабораторных условиях опыта изучалась динамика микробиологического выщелачивания цветных металлов из руд полиметаллического месторождения Филизчай, медно-порфинового месторождения Парадашт и медно-молибденового месторождения Диахчай.

Бактериальная культура *Thiobacillus ferrooxidans* по всем исследуемым месторождениям была выделена нами непосредственно из рудничных вод данных месторождений.

Исследования по определению возможности использования метода бактериального выщелачивания были начаты с Филизчайского ме-

сторождения колчеданно-полиметаллических руд — нового, перспективно-металлогенического района южного склона Большого Кавказа.

Сырьевой базой для изучения бактериального метода извлечения цветных металлов послужили руды верхних горизонтов данного месторождения, характеризующиеся повышенным содержанием меди и цинка и наличием значительной части их в виде сульфата. Так медь в исследуемой руде представлена на 46,6% сульфатной и окисленной формами, на 36% — в виде вторичных сульфидов; цинк представлен на 57% сульфатной и окисленной формами. Исходное содержание меди — 2,13%, цинка — 2,17%. Выщелачивание проводилось в лабораторных перколяторах с рабочей емкостью 1,7 и 4,0 л, содержащих навеску руды в 1—3 кг, с крупностью руды по различным вариантам эксперимента $5 \div 0$ — $10 \div 0$ — $25 \div 0$ мм.

Перед началом опытов руду в перколяторах увлажняли до полного влагонасыщения. Постановка всех серий опытов включала предварительный цикл кислой отмывки руды, с целью вымывания легкорастворимых соединений меди, цинка и нейтрализации карбонатов. По окончании кислой отмывки перколяторы заражали клетками *Thiobacillus ferrooxidans* из расчета 5% инокулята от общего объема орошающего раствора. В течение нескольких дней перколяторы оставляли без растворов для зарождения окислительных процессов в руде и адаптации бактерий к условиям среды. Выщелачивание проводилось методом периодического орошения руды выщелачивающим раствором, в качестве которого использовалась минеральная питательная среда 9^k в различных соотношениях с водой (в контрольный вариант добавлялся тимол).

В процессе отработки оптимального режима выщелачивания изучались такие факторы, влияющие на скорость извлечения металлов в раствор, как пауза между орошениями, длительность использования раствора в цикле выщелачивания, крупность руды, влияние дополнительных минеральных добавок, расход серной кислоты и т. д.

Дополнительно проводилась оценка бактериального фактора на интенсификацию процесса выщелачивания — изучались условия адаптации бактерий по вариантам опытов, прослеживался рост активности бактерий по циклам выщелачивания, скорость регенерации (бактериального окисления железа) выщелачивающих растворов. Особое место в наших исследованиях было отведено использованию рудничной воды в качестве выщелачивающего раствора при извлечении цветных металлов из данных проб руд.

В результате оптимизации вышеперечисленных факторов отработанный в лабораторных условиях процесс выщелачивания цветных металлов из руды Филизчайского месторождения резко интенсифицировался. Оптимальными вариантами по извлечению в раствор цветных металлов явились опыты с крупностью руды — $10 \div 0$ мм, с добавлением минеральной подкормки в виде фосфорнокислого калия. За 58 суток извлечение меди составило — 70, цинка — 81%. В контрольном варианте опыта за этот же срок получено меди — 57, цинка — 35%. Таким образом, выход меди и цинка при бактериальном выщелачивании в 1,5—2 раза выше по сравнению с контрольным вариантом.

Испытания рудничных вод Филизчая в качестве выщелачивающих растворов показали высокий результат — извлечение меди со-

ставило — 70, цинка — 80%, что позволило сделать следующие выводы: привычность к выщелачивающей среде, явившейся в свое время местом выделения бактериальной культуры, наличие дополнительного количества клеток в самой рудничной воде, очевидно, стимулирует окислительные процессы вносимой бактериальной затравки, а следовательно, и активность процесса выщелачивания.

В последующие годы были продолжены исследования в данном направлении на других медно-рудных объектах, в частности, на двух месторождениях, расположенных на территории Нахичеванской АССР. Это медно-молибденовое месторождение Диахчай и медно-порфировое — Парадашт.

Поскольку исследования по микробиологическому выщелачиванию были направлены на извлечение меди, важным моментом было определение участка месторождения, где рентабельным могло бы оказаться селективное, выборочное извлечение именно этого металла.

Исходя из этого, на медно-молибденовом месторождении Диахчай был выделен участок с содержанием меди в среднем — 0,5—0,6%, а на медно-порфировом месторождении Парадашт участок с содержанием меди в среднем 0,8%. Горно-технические условия рудных полей обоих месторождений благоприятны для проведения наземной и подземной разработок.

Руда Парадашского месторождения была представлена вкраплено-прожилковым типом руд медно-порфирового оруденения. Медь, в основном, была представлена окисленными соединениями, составляющими вместе с сульфатными формами меди 70%. Труднорастворимые формы меди составляли незначительную часть: содержание халькопирита — 14,5%, вторичных сульфидов — 15%.

Сульфидная медно-молибденовая руда Диахчайского месторождения состояла, в основном, из упорных к окислению минералов меди: халькопирит составлял — 69,5%, тогда как окисленные соединения меди вместе с сульфатными формами были представлены лишь на 6,5%, вторичные минералы меди составляли 24%.

В ходе исследований по отработке отдельных технологических параметров процесса выщелачивания руды Парадашского месторождения было доказано стимулирующее действие добавок минеральных солей на скорость извлечения меди, доказана эффективность 2-дневной паузы, показавшей в сочетании с фосфорнокислым калием наибольший процент выхода меди в раствор. Опыты, проводимые с рудой различной крупности, позволили проследить за влиянием различных классов крупности руды на процесс выщелачивания меди, а также за адаптацией бактерий. Доказано, что с уменьшением крупности кусков руды, выщелачиваемость значительно возрастает; так, за 96 дней при крупности руды 25÷0 мм, извлечение меди составило 68%, при крупности руды 10÷0 и 5÷0 мм извлечение меди составило соответственно 79 и 87%.

Обнадеживающие результаты были получены при использовании рудничной воды в качестве выщелачивающего раствора — извлечение меди при крупности руды 10÷0 мм составило 76% (в контроле — 61%).

Микробиологическое выщелачивание меди из руд Диахчайского месторождения протекало менее интенсивно в сравнении с выщелачиванием меди из руд месторождений Филизчай и Парадашт. В

результате оптимизации отдельных факторов, влияющих на скорость выщелачивания, извлечение меди за 144 дня составило при крупности руды 25÷0 мм, — 14%, при крупности 10÷0 мм — 21%, при крупности 5÷0 мм — 28%. Извлечение меди при выщелачивании рудничной водой составило 16,7%, что в 2 раза больше по сравнению с контрольным вариантом опыта, который составил 8% выщелачивания.

Таким образом, на различных типах медных руд была подтверждена возможность применения метода бактериального выщелачивания для извлечения цветных металлов.

Было доказано, что интенсивность выщелачивания зависит от минералогического и вещественного состава руд: полуокисленные и окисленные руды поддаются микробиологическому выщелачиванию гораздо легче (например, руды Филизчай и Парадашт), чем слабоокисленные (руда Диахчай).

Полученные результаты по выщелачиванию указанных типов медных руд Азербайджана дают основания рекомендовать продолжить исследования по дальнейшей «паспортизации» месторождений, перспективных для отработки геотехнологическими методами.

Подытоживая, можно сказать, что развитие рудной микробиологии и дальнейшее совершенствование ее методов диктуется требованиями сегодняшнего дня, ибо сегодня и в будущем микробиологический метод добычи представляется весьма перспективным.

Литература

1. Каравайко Г. И., Кузнецов С. И., Голомзник А. И. Роль микроорганизмов в выщелачивании металлов из руд. М., «Наука», 1972.
2. Аренис В. Ж. Геотехнологические методы добычи полезных ископаемых. М., «Недра», 1975.

Р. Х. Мирзаев, Н. И. Махмудбаева, Е. Н. Зеиналова

АЗЭРБАЙҶАНДА БАКТЕРИОЛОЖИ ЈУЈУЛМА ҶУСУЛУ ИЛӘ ЭЛВАН МЕТАЛЛАР ИСТЕҢСАЛЫНЫҢ ПЕРСПЕКТИВАЛИЈИ

Мәғаләдә әсасән Азәрбајҹанда өләң мис филизләринин лабораторија шәраитиндә микробиоложи јолла јујулмасы мәсәләсинә бахылар.

Тәҹрүби јолла сүбүт олуңмушдур ки, Дијахҹай филизинин микробиоложи јујулмасы просесиндә бактеријаларын адептасијасы вә оксидләшдиричи кејфијјәтини јүксәлтмәк үчүн узун мүддәт лазымдыр. Анҹаг Парадаш филизинин јүксәк сәвијјәли оксидләшмәси нәтиҹәсиндә даһа јүңкүл микробиоложи јујулмаја мәруз галыр (86%).

Нәтиҹәдә, лабораторија тәҹрүбәси кәстәрир ки, ҹәтти сафлашдырылан вә мис-кил тәркибли филизләрин эңкиңләшмәси үчүн тәтбиг олуңан бактериоложи јујулма ҹусулу саф элван металланы алынмасы үчүн перспектив имкандар ачыр.

THE PERSPECTIVES OF NON-FERROUS METALS
BACTERIOLOGICAL ALKALIZATION AS ONE OF THE
GEOTECHNOLOGICAL METHODS OF EXTRACTION OF MINERALS
AT THE DEPOSITS OF AZERBAIJAN

The questions of study of possibility of microbiological alkalization of various mineral types of Azerbaijan copper ores, based on the conduction of laboratory researches with the help of *Thiobacillus ferrooxi* dans-bacteria, are discussed in the article.

It is proved that in the ores like Diahchay one, that is hardly decomposed, the longer period for adaptation of bacteria and for intensification of their oxidizing ability is necessary for the fulfilment of microbiological alkalization process. Ores similar to the Paradash tone with the high degree of oxidation are more easier microbiologically alkalized, the result of alkalization is high — 86 %.

In both cases, the effectuation of mineral salts addition is proved, in particular, of phosphorous oxid, potassium on the process of bacteriological alkalization of copper. In the conditions of laboratory experiments the optimal regime of irrigation is found: it is determined that the frequent contact with the ore stimulates the bacterial regeneration of iron, and therefore the rate of the extraction of copper.

It is proved that it is possible to recommend the waters of imbibition as alkalization slutions for the future exploitation of these deposits by means of one of the geotechnological methods of alkalization with the intensification of the process with the microorganisms.

As the results of laboratory researches, the principle possibility of use of bacteriological alkalization method in the ores, similar to these ones, is proved.

УДК 551.763.333

А. А. РАГИМЛИ

НАННОПЛАНКТОН САНТОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
МАЛОГО КАВКАЗА
(АЗЕРБАЙДЖАН)

Сантонские отложения широко развиты в пределах азербайджанской части Малого Кавказа и представлены в различных фациях: терригенной, карбонатной и вулканогенной.

По планктонным фораминиферам в них выделяются две зоны [1]: нижняя — *Globotruncana concavata*, верхняя — *Globotruncana subarca*.

Исследование сантонских отложений разрезов Неграм, Паиз, Гюлистан, Ляпахейранлы, Кюракчай под световым, трансмиссионным и сканирующим микроскопами выявили богатые скопления наннофоссилий. Особенно обильно наннопланктон был представлен в нижнем сантоне. Здесь найдены виды, отмеченные в коньякских отложениях, среди которых часто встречаются: *Marthasterites furcatus* Defl., *Micula staurophora* Gard., *Zygodiscus diplogrammus* (Defl.), *Zygodiscus acanthus* (Reinhardt), *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, а также впервые появляются: *Ahmuellerella mirabilis* (Perch-Nielsen), *Cribrosphaerella arkhangeliskii* (Shum.), *Hexalithus gardetae* Bukry, *Micula concava* (Stradner), *Arkhangelskella cymbiformis* Veks.

В верхнем подъярусе не происходит обновления состава наннофоссилий. Часть видов нижнего сантона переходит в верхний, ряд видов исчезает в верхнем подъярусе, что связано, по-видимому, с перекристаллизацией отложений.

Изучение комплексов наннопланктона сантонских отложений р. Ляпахейранлы и сравнение его с другими одновозрастными разрезами Малого Кавказа (Паиз, Гюлистан, Неграм, Кюракчай) позволяет выделить в них местную зону *Cribrosphaerella arkhangeliskii*-*Ahmuellerella mirabilis*.

Приводится описание ряда видов, выявленных при электронномикроскопических исследованиях.

Prediscosphaera cretacea (Arkhangelsky, 1912).

Табл., рис. 1.

Coccolithophora cretacea: Архангельский, 1912, стр. 410, табл. 6, фиг. 12, 13.

Prediscosphaera cretacea: Gartner, 1968, стр. 19, табл. 2, фиг. 11—14.

Рабдолит имеет вид грибка. Базисная часть массивная, состоит из 15—16 трапециевидных элементов. Центральное поле пересечено тонким крестом. В нижней части стержня имеется оперение из пластинок. Длина стержня около 7 мк.

Сеноман-маастрихт Малого Кавказа (Азербайджан). Сеноман-маастрихт Крыма, Днепровско-Донецкой впадины, альб-маастрихт Франции, сеноман-маастрихт многих районов мира.

Zygodiscus acanthus (Reinhardt, 1965) Reinhardt, 1966.

Табл., рис. 2

Zeugrhabdotus acanthus: Reinhardt, 1965, стр. 37, табл. III, фиг. 1.

Zygodiscus acanthus: Reinhardt, 1966, стр. 40, табл. XV, фиг. 5, табл. XXIII, фиг. 8, Вукгу, 1969, стр. 58, табл. XXXIII, фиг. 8, 9, Шуменко, 1971 а, стр. 97; табл. XVII, фиг. 7, 8, 1974б, стр. 346, табл. CXX, фиг. 4, 5.

Эллиптический кокколлит, имеющий двухъярусное строение. Лимб состоит из 44 параллельных элементов. Центральное поле широкое с перемычкой, утолщенной в местах крепления и суженной в центре. Часто виден след крепления стержня. Размер — 5—6 мк.

Сеноман-сантон Малого Кавказа (Азербайджан). Сеноман-маастрихт УССР, турон-маастрихт Крыма. Альб-маастрихт Франции, Голландии, ГДР. Коньяк-маастрихт США.

Discorhabdus ignotus (Gorka, 1957) Perch Nielsen, 1968.

Табл., рис. 3.

Tremalithus ignotus: Gorka, 1957, стр. 248, табл. II, фиг. 9.

Discorhabdus ignotus (Gorka, 1957): Perch-Nielsen, 1968, стр. 81, рис. 41, 42, табл. XXVIII, фиг. 69, Шуменко, 1974б, стр. 352, табл. CXXV, фиг. 4—7.

Округлый кокколлит, состоящий из двух тарелок с длинными радиальными лучами, отходящими от центра. В центре кокколита имеется маленькое круглое отверстие. Большой диаметр составляет 5,8 мк.

Альб-маастрихт Малого Кавказа (Азербайджан). Апт-маастрихт Крыма. Сеноман-маастрихт Днепровско-Донецкой впадины, баррем-сеноман Швеции, альб Голландии, Сеноман-маастрихт многих районов мира.

Cribrosphaerella arkhangeliskii (Shumenko, 1962)

Reinhardt et Gorka, 1967.

Табл., рис. 4

Coccolithus arkhangeliskii: Шуменко, 1962, стр. 472, фиг. 1а.

Cribrosphaerella arkhangeliskii Reinhardt, Gorka, 1967, стр. 244.

Кокколлит двухъярусный, эллиптический. Центральное поле имеет сетчатое строение. Лимб состоит из мелких трапециевидных кристаллов, насчитывающих до 20—22 элементов. Большой диаметр 8 мк.

Сантон-маастрихт Малого Кавказа (Азербайджан). Кампан — нижний маастрихт Днепровско-Донецкой впадины, маастрихт ГДР и Польши.

Watznaueria barnesae (Black, 1959) Perch-Nielsen, 1968.

Табл., рис. 5

Овальный кокколлит, у которого дистальный щиток больше проксимального и состоит из 26—32 серповидных элементов, ориентиро-



ванных против часовой стрелки. Центральное поле окаймлено мелкими гранулами и имеет небольшое отверстие. Размер 4—6 мк.
Альб-маастрихт Малого Кавказа (Азербайджан). Гостерив-маастрихт Крыма, Днепровско-Донецкой впадины, верхний мел Карпат, Тихого океана, Атлантики, альб-маастрихт Франции, верхний мел многих районов мира.

Литература

1. Алиюлла Х. Верхний мел и развитие фораминифер Малого Кавказа (Азербайджан). Баку, 1977.
2. Шуменко С. И. Известковый наннопланктон мезозоя Европейской части СССР. М., 1976.
3. Bukry D. Upper Cretaceous coccoliths from Texas and Europe. Univ. Kansas Paleontol. Contribs. Article 51 (protista 2), p. 1—79.

А. Ә. Рагиман

КИЧИК ГАФГАЗЫН САНТОН ЧӨКҮНТҮЛЭРИНИН НАНОПЛАНКТОН ГАЛЫГЛАРЫ

Электрон ва биоложи микроскоплар васитэсилэ Кичик Гафгазын Сантон чөкүнтүлэринин наннопланктон галыглары өҗрәнилэрэк, јерди эһәмијјәтә малик *Cribrosphaerella arkhangelskii*-*Ahmuellerella mirabilis* зонасы ајрымышдыр. Мәгаләдә бәзи наннопланктон нөвләринин тәсвири вә онларын электрон микроскопунда чәкилмиш шәкилләри верилмишди.

A. A. Ragimly

NANNOPLANKTON OF SANTONIAN AGE FROM MINOR CAUCASUS (AZERBAIJAN)

Calcareous nannofossils of Santonian age from Minor Caucasus were studied with the help of light and electron microscopes. One regional zone *Cribrosphaerella arkhangelskii* — *Ahmuellerella mirabilis* is defined. Descriptions and photographs of some nannofossils are given.

- Рис. 1. *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky).
№ 1978, ИГ АН Азерб. ССР (×7960), М. Кавказ, р. Ляпахейранлы, нижний сантон, стереоскан
- Рис. 2. *Zygodiscus acanthus* (Reinhardt).
№ 1978, ИГ АН Азерб. ССР (×14500), М. Кавказ, р. Ляпахейранлы, нижний сантон
- Рис. 3. *Discorhabdus ingnotus* (Gerka).
№ 1978, ИГ АН Азерб. ССР (×8200), М. Кавказ, р. Ляпахейранлы, нижний сантон, стереоскан
- Рис. 4. *Cribrosphaerella arkhangelskii* (Shumenko).
№ 1978, ИГ АН Азерб. ССР (×9000)
- Рис. 5. *Watznaueria barnesae* Blackl.
№ 1978, ИГ АН Азерб. ССР (×7400), М. Кавказ, р. Ляпахейранлы, нижний сантон

УДК 563.12(479.24)

Л. А. ПОРОШИНА

О СИСТЕМАТИЧЕСКОМ ПОЛОЖЕНИИ РОДА *PSEUDOEPISTOMINELLA* (FORAMINIFERA)

Род *Pseudoepistominella* относится к числу слабо изученных родов фораминифер. Впервые этот род был установлен З. В. Кузнецовой в 1958 г. по одному, включенному в него виду *Pseudoepistominella mirusa*, описанному из барремских отложений Прикаспийского района Азербайджана.

Согласно первоначальному описанию *Pseudoepistominella* характеризуется слабо трохонидной в ранней стадии, далее спирально-плоскостной с тенденцией к разворачиванию раковины, образованной многочисленными, серповидно-изогнутыми камерами. Пупочная область гранулированная с обеих сторон. Устье щелевидное, на периферическом крае камеры; следы устьев заметны на двух-трех последних камерах. Форамен в средней части септальной поверхности камеры. Устьевая пластинка маленькая, диагонально расположенная. Стенка фарфоровидная.

На основании указанных выше особенностей, среди которых ведущими являются устье и устьевая пластинка, род *Pseudoepistominella* был отнесен к семейству *Epistominidae*.

В дальнейшем этот род был признан валидным и учтен в сводных работах по систематике фораминифер [6, 8].

Однако изучение литературных данных позволяет усомниться в правильности первоначального описания автором основных родовых признаков *Pseudoepistominella* — характера устья и тесно связанной с ним устьевой пластинки, что отразилось и в работах других авторов [6, 8].

Так, Е. В. Мятлюк [6] род *Pseudoepistominella* без каких-либо изменений в диагнозе рассматривался в составе семейства *Epistominidae*. На одном из рисунков, иллюстрирующих диагноз рода, показан экземпляр (рис. 521, стр. 276) со сломанной последней камерой с маленькой диагонально расположенной пластинкой, форма и положение которой не увязываются с характером устья, указанным в диагнозе рода.

Леблик и Таппан [8] изменили первоначальный диагноз рода *Pseudoepistominella*, но сохранили его в составе подсемейства *Epistomininae* без достаточных к тому оснований. Дело в том, что это изменение в диагнозе коснулось, главным образом, характера устья — признака, который является ведущим для диагностики эпистоминид.

По Леблику и Таппан, *Pseudoepistominella* имеет устье двух типов. Одно из них — первичное-внутрикраевое в виде экваториальной арки и второе — дополнительное, ареальное овального очертания, расположенное на расстоянии $\frac{1}{3}$ от основания септальной поверхности. Устьевая пластинка указывалась в верхней части септальной поверхности. Такое расположение устьевой пластинки тоже не

соответствует типу устья, указанному авторами, свидетельствуя о необходимости более тщательного изучения этих ведущих признаков у типового вида.

В пользу проведения таких исследований говорит и высказанное А. А. Григалисом [2] сомнение в правильности отнесения *Pseudoepistominella* к эпистоминидам.

Проведенное нами переизучение типового вида *Ps. mirusa*, представленного топотипическими экземплярами, позволило уточнить строение устья, форму и положение устьевого пластинки и дать исправленное описание рода и его типового вида.

По нашим данным, устье у *Pseudoepistominella* имеет сложное строение, расположено в основании внутреннего (пупочного) края камеры. Начинается петлевидной выемкой (протофорамен по Гофкеру) у нижней трети септального шва и далее, в виде щели, протягиваясь вдоль пупочного края камеры, переходит на септальную поверхность. Устье закрыто пористой пластинкой из скелетного вещества, оставляющей открытым лишь небольшое овальное отверстие на септальной поверхности камеры (дейтерофорамен по Гофкеру), расположенное на некотором расстоянии от ее основания ближе к брюшной стенке камеры. Леблик и Таппан описали его как дополнительное, ареальное устье. При нарастании последующей камеры это септальное отверстие становится фораменом. Устьева пластинка узкая, со слегка изогнутым свободным краем, имеется во всех камерах, расположена в плоскости почти параллельной оси навивания.

Эти новые данные по морфологии *Pseudoepistominella* позволяют пересмотреть и систематическое положение этого рода.

Отнесение *Pseudoepistominella* к эпистоминидам представляется нам ошибочным. Поскольку раковины *Pseudoepistominella* по общему плану строения (внутрикраевое с петлевидной частью устья, узкая устьева пластинка в плоскости почти параллельной оси навивания, закрытый пупок) близки к представителям семейства *Ceratobuliminidae*, особенно к родам, объединяемым рядом исследователей [3, 4, 2, 1] в подсемейство *Reinholdellinae* Seiglie et Bermudez, 1965, мы считаем возможным включить род *Pseudoepistominella* в это подсемейство.

Ниже приводится исправленное описание рода и его типового вида.

СЕМЕЙСТВО *Ceratobuliminidae* Cushman, 1927

ПОДСЕМЕЙСТВО *Reinholdellinae* Seiglie et Bermudez 1965

Род *Pseudoepistominella* Kuznetsova, 1958

Pseudoepistominella: Кузнецова, 1958, стр. 48; Мятлюк, 1959, стр. 277; Loeblich and Tappan, 1964, стр. C776

Типовой вид — *Pseudoepistominella mirusa*, 1958; Юго-Восточный Кавказ, Азербайджан, Прикаспийский район; баррем.

Описание. Раковина в ранней стадии слабо трохонидная, в поздней спирально-плоскостная, с тенденцией к разворачиванию спирали, двояковыпуклая; с приостренным ровным, а в конце оборота иногда волнистым или широко ступенчатым периферическим краем.

Камеры многочисленные, серповидного очертания. Септальные швы изогнутые, двухконтурные. Пупок закрытый. Устье внутрикраевое, щелевидное, протягивается вдоль пупочного края камеры и переходит на септальную поверхность, осложнено петлевидным изгибом, идущим от нижней трети брюшного септального шва почти параллельно периферическому краю до половины длины камеры. Дополнительное устье округлое или овальное, расположено на септальной поверхности последней камеры на некотором расстоянии от ее основания, ближе к брюшной стенке; остается открытым, в то время как петлевидно-щелевидное устье закрывается пористой пластинкой из скелетного вещества. При нарастании следующей камеры дополнительное устье становится фораменом. Устьева пластинка узкая, со слегка изогнутым свободным краем, расположена в плоскости почти параллельной оси навивания, имеется во всех камерах.

Видовой состав. Типовой вид.

Сравнение. Отличается от других родов подсемейства *Reinholdellinae* спирально-плоскостным навиванием камер последнего оборота, наличием дополнительного округлого или овального устья на септальной поверхности последней камеры, смещенного к брюшной стороне.

Pseudoepistominella mirusa Kuznetsova

Рис. 1, а, б, в; 2, а, б, в; 3, 4

Pseudoepistominella mirusa: Кузнецова, 1958, стр. 48, табл. IX, фиг. 1, а—в.



Рис. 1—2. *Pseudoepistominella mirusa* Kuznetsova. Топотипы: а — со спинной стороны; б — с брюшной стороны; в — с периферического края; Азербайджан, Юго-Восточный Кавказ, Прикаспийский район; баррем, $\times 87$

Рис. 3, 4. *Pseudoepistominella mirusa* Kuznetsova. Раковина сошлифована с брюшной стороны, видны следы устьевых пластинок; Азербайджан, Юго-Восточный Кавказ, Прикаспийский район; баррем, $\times 87$

Голотип — АзНИПИнефть, № 11—13; Юго-Восточный Кавказ, Прикаспийский район, Ситалчай—Яшма; баррем.

Топотипы — ИГ АН Азерб. ССР, Азербайджан, Юго-Восточный Кавказ, Прикаспийский район; баррем.

Описание. Раковина слабо трохонидная в ранней стадии, в поздней — спирально-плоскостная с тенденцией к разворачиванию и выпрямляющаяся, овальная в очертании, двояковыпуклая, чаще с более выпуклой спинной стороной. Периферический край вначале ровный, приостренный, а в конце оборота слабо фестончатый или широкий ступенчатый. Оборотов 2—2,5. Камеры раннего оборота на спинной стороне мелкие неправильно-четырёхугольного очертания, видны лишь при расшлифовке, так как покрыты поверхностной скульптурой в виде бугорков и натеков. В последнем обороте 6—9 узких серповидно-изогнутых камер, разделенных двухконтурными поверхностными или слегка выступающими швами. Пупочная область закрыта более или менее выпуклым натеком из раковинного вещества, занимающим $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ диаметра раковины. Септальная поверхность последней камеры узкая, уплощенная до слегка углубленной в основании, четко окантована, расположена почти симметрично к периферическому краю. Устье внутрикрасное, щелевидное с петлевидным изгибом у нижней трети септального шва. Дополнительное устье округлое или овальное, расположено на септальной поверхности последней камеры на небольшом расстоянии от ее основания ближе к брюшной стороне. Открытым остается лишь дополнительное устье. Внутрикрасное устье на последней и предыдущих камерах закрыто пористой пластинкой, что приводит к образованию так называемых «дополнительных» камер. Устьевая пластинка узкая, со слегка изогнутым свободным краем, имеется во всех камерах, расположена в плоскости, почти параллельной оси навивания. Форамен овальный или округлый, расположен на расстоянии $\frac{1}{3}$ от основания септальной поверхности ближе к брюшной стороне. Стенка известковистая, мелкопористая, без видимой слоистости.

Размеры, мм

Экземпляры	Наибольший диаметр	Наименьший диаметр	Толщина
Наименьший	0,20	0,15	0,05
Наибольший	0,50	0,27	0,22
Часто встречающийся	0,23	0,19	0,10

Изменчивость. Варьируют размеры и степень выпуклости брюшной стороны раковины, характер периферического края, который может быть ровным, слабофестончатым или ступенчатым на двух-трех последних камерах.

Сравнение. Близкие виды не известны.

Распространение. Баррем — нижний апт; Азербайджан.

Материал. Более 40 раковин различной сохранности (в том числе и топотипические экземпляры) из баррем-нижнеаптских отложений Азербайджана.

Литература

1. Азбель А. Я., Пяткова Д. М. Палеонтологический журнал, 1980, № 4, стр. 124—127.

2. Григалис А. А. Вопросы микропалеонтологии, вып. 20, 1977, стр. 142—156.

3. Даин Л. Г. Материалы IV семинара по микрофауне Всесоюз. ин-та экон. минеральн. сырья. М., 1967, стр. 42—50.

4. Даин Л. Г. В кн.: «Фораминиферы верхнеюрских отложений Западной Сибири». Тр. ВНИГРИ, вып. 317, 1972, стр. 1—267.

5. Кузнецова З. В. В кн.: Микрофауна СССР, Сб. IX. Тр. ВНИГРИ, вып. 115. Ленинград, 1958, стр. 48—49.

6. Мятлюк Е. В. В кн.: «Основы палеонтологии». Общая часть. Простейшие. Изд-во АН СССР, 1959, стр. 273—282.

7. Hoiker J. Palaeontol. z., Bd 26, 1952, S. 15—29.

8. Loeblisch A. R., Tappan H. In: Treatise on Invertebrate paleontology, pt C. Protista., Sarcodina. chiefly "Thecamoebians" and Foraminiferida, vol. 1, 11. Univ. Kansas Press-Geol. Soc. Amer. (Lawrence), 196, p. 1—9. 0.

А. А. Порошина

PSEUDOEPISTOMINELLA (FORAMINIFERA)

ЧИНСИНИН СИСТЕМАТИК МӨВГЕЖИ ЫАГТЫНДА

Pseudoepistominella mirusa сәчијјәви нөвүнүн топотипик јерләрдән јенидән өјрәшилмәси әсасында һәмин нөвүн әсас әламәтләри (ағыз дәлији вә ағыз лөвһәчијјини гурлушу) дәгигләшдирилмиш вә нәтичәдә чинсин вә онун сәчијјәви нөвүнүн даһа әтрафам тәсвири верилмишдир.

Әтрафам тәдгигатлар нәтичәсиндә *Pseudoepistominella* чинсинин морфолокијасында јени мөлуматлар әлдә едилмиш вә һәмин чинс *Epistominidae* аиләсиндә *Ceratobulimidae* аиләсинин *Reinholdellinae* јарымаиләсинә кечирилмишдир.

L. A. POROSHINA

ON SYSTEMATIC POSITION OF PSEUDOEPISTOMINELLA GENUS (FORAMINIFERA)

Leading generic characters of *Pseudoepistominella* (the structure of the aperture and apertural plates) have been defined as a result of restudying of type species of *Pseudoepistominella mirusa* on the materials from topotypical locality, and detailed correct description of genus and its type species was given.

On the grounds of new data on morphology the *Pseudoepistominella* genus from *Epistominidae* family was transferred to *Ceratobulimidae* family, *Reinholdellinae* subfamily.

Т. С. АМИРАСЛАНОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОЗМУЩАЮЩИХ МАСС НА ЭВМ ПО ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Определение параметров возмущающих масс (таких, как глубина залегания центра тяжести, избыточная плотность, глубины залегания верхней и нижней кромок блоков земной коры, угол наклона квазивертикальных блоков и т. п.) является одним из основных задач гравиметрических исследований. Поскольку однозначное определение параметров неоднородной по плотности и сложной по форме возмущающих масс без привлечения дополнительной информации практически невозможно, при вычислениях применяются более простые геометрические формы (например, шар, двухмерный цилиндр, вертикальная и наклонная ступени, вертикальные и квазивертикальные призмы и др.), приближенно аппроксимирующие аномалиеобразующие тела и имеющие постоянную плотность. В таких случаях оценка параметров правильных возмущающих масс производится либо по отдельным значениям характерных точек наблюдаемых кривых гравитационного поля (или его трансформант), либо путем сравнения наблюдаемых и палеточных кривых, составленных для определенной модели тела при его заданных параметрах [4, 9, 10].

Однако такие пути оценки параметров аномалиеобразующих тел имеют сравнительно низкую точность. Поэтому в настоящее время для подбора параметров как простых, так и сложных моделей сред применяется ЭВМ, где основным алгоритмом служит минимизация отклонения вычисленных (теоретических) значений силы тяжести $g_{теор}(x, y)$ от наблюдаемых $g_{набл}(x, y)$ [3], т. е. функционала вида:

$$F = \sum_{i=1}^n |g_{набл}(x_i, y_i) - g_{теор}(x_i, y_i)|^2 \quad (1)$$

Для минимизации функционала (1) в виде начального приближения необходимо задавать значения параметров аномалиеобразующих тел с целью дальнейшей линеаризации трансцендентных функций $\Delta g_{теор}(x, y)$ вокруг экстремальной точки многомерного пространства и решения полученной системы уравнений методом последовательных приближений [7]. Однако следует отметить, что в некоторых случаях (особенно при глубинных исследованиях) применение этого метода затрудняется из-за изменения значений параметров возмущающих масс в очень широких и неопределенных пределах. В этой связи возникает необходимость минимизации функционала (1) путем подбора значений различных параметров аномалиеобразующих тел.

Ниже приводится алгоритм определения параметров произвольных по форме возмущающих масс в случае постоянной аномальной

плотности. Для реализации на ЭВМ составлен специальный комплекс ФОРТРАН программ, который опробован как на теоретических моделях, так и на примере ряда тектонических зон Азербайджана.

1. При постоянной аномальной плотности $\Delta\sigma$ функция наблюдаемого гравитационного поля имеет вид:

$$\Delta g_{набл}(x, y) = f\Delta\sigma G(x, y, h, z_1, z_2, a, b, \alpha, \dots), \quad (2)$$

где $G(x, y, h, z_1, z_2, \dots)$ — функция, зависящая от формы и размеров тела: при заданной простой форме тела она выражается в элементарных функциях [11], а при сложной форме тела ее можно представить в виде сумм гравитационных влияний элементарных масс; f — гравитационная постоянная; x и y — координаты наблюдаемого поля; h — глубина залегания центра тяжести; z_1 и z_2 — глубины залегания верхней и нижней кромок вертикального и наклонного ступеней (или блоков); a и b — горизонтальные размеры аномалиеобразующих масс; α — угол наклона плоскости сбрасывания глыбинного разлома.

Логарифмируя выражения (2) получим:

$$\ln \Delta g_{набл}(x, y) = \ln f\Delta\sigma + \ln |G(x, y, h, z_1, z_2, a, b, \alpha, \dots)| \quad (3)$$

При $\Delta\sigma = \text{const}$ форма кривых $\ln g_{набл}(x, y)$ и $\ln G(x, y, h, z_1, \dots)$ не зависит от слагаемого $\ln f\Delta\sigma$ (оно лишь перемещает их параллельно), и в этом случае форма кривых зависит лишь от изменения формы и параметров аномалиеобразующего тела ($z_1, z_2, h, \alpha, \dots$).

Поскольку от параллельного перемещения кривых $\ln g_{набл}(x, y)$ и $\ln G(x, y, z_1, z_2, \dots)$ значение коэффициента корреляции не изменяется, подбор параметров возмущающих масс может быть произведен путем максимизации r между $\ln g_{набл}(x, y)$ и $\ln G(x, y, z_1, \dots)$ [2]. При полном совпадении этих кривых коэффициент линейной регрессии a должен быть равным единице, т. е.

$$a = r \frac{\sigma_{\ln g_{набл}(x, y)}}{\sigma_{\ln G(x, y, z_1, \dots)}} \rightarrow |1| \quad (4)$$

Здесь

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n [\ln g_{набл}(x_i, y_i) - \bar{\ln g_{набл}}] [\ln G(x_i, y_i, z_{i1}, z_{i2}, \dots) - \bar{\ln G}]}{\sqrt{\sum_{i=1}^n [\ln g_{набл}(x_i, y_i) - \bar{\ln g_{набл}}]^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n [\ln G(x_i, y_i, z_{i1}, \dots) - \bar{\ln G}]^2}}$$

$\bar{\ln g_{набл}}$ и $\bar{\ln G}$ — средние значения функций $\ln g_{набл}(x_i, y_i)$ и $\ln G(x_i, y_i, z_{i1}, \dots)$, вычисленные по совокупности n точек; $\sigma_{\ln g_{набл}(x, y)}$ и $\sigma_{\ln G(x, y, z_1, \dots)}$ — среднеквадратические отклонения функций $\ln g_{набл}(x, y)$ и $\ln G(x, y, z_1, \dots)$. Ошибка вычисления r оценивается по формуле [8]: $m_r \approx (1 - r^2)/\sqrt{n}$.

Для того чтобы $a \rightarrow |1|$, необходимо $r \rightarrow |1|$; для этого достаточно, чтобы разность логарифмических среднеквадратических отклонений

$$S = |\sigma_{\ln g_{набл}(x, y)} - \sigma_{\ln G(x, y, z_1, \dots)}| \rightarrow 0 \dots \quad (5)$$

После перебора значений параметров возмущающих масс путем максимизации Γ может быть определено также неизвестное значение избыточной плотности $\Delta\sigma$. Для этого на основе уже выбранных значений параметров (таких, как h, z_1, z_2, a, \dots) достаточно вычислить отношение:

$$\Delta\sigma_1 = \frac{g_{\text{набл}}(x_1, y_1)}{fG(x_1, y_1, h, z_1, z_2, \dots)} \dots \quad (6)$$

для любой точки x и y . Однако для подавления случайных ошибок, возникших при линейной интерполяции значений $\Delta g_{\text{набл}}(x_1, y_1)$ по карте наблюдаемых аномалий, целесообразно произвести осреднение значений $\Delta\sigma_1$ вычисленных для определенного интервала значений координат.

II. Для подбора параметров возмущающих масс необходимо произвести определенное количество вариантов вычислений, которое в основном зависит от размеров шага вариации всех параметров: при меньших размерах адаптации параметров точность решения увеличивается, но время счета на ЭВМ резко возрастает, а при больших размерах — наоборот.

С целью уменьшения времени счета на ЭВМ подбор параметров может быть произведен на первом этапе с грубым шагом (выбранным с учетом изменения градиента $\Delta g_{\text{набл}}$ по отдельным параметрам), а в дальнейших итерациях, взяв грубоопределенные значения параметров предыдущей итерации за начальные, могут быть уточнены значения параметров до необходимой точности с уменьшенным шагом.

Однако по этому алгоритму каждый раз необходимо повторно вычислять суммарное поле Δg (так называемую целевую функцию) по громоздким формулам с измененными параметрами, что требует большого времени для счета.

В некоторых случаях во избежание повторных вычислений целевой функции может быть применен следующий более простой, но требующий большей памяти ЭВМ, алгоритм, суть которого заключается в следующем.

Допустим, что возмущающая масса, имеющая постоянные горизонтальные размеры, разбита на n частей с вертикальной мощностью $\Delta z = z_n - z_{n-1}$. Вычислим Δg на $m(m \in \mathbb{Z})$ точках от каждой n -ой ($n \in \mathbb{N}$)-части, т. е.

$$g_{1j} = g(x_j, h_1, z_{11}, z_{21}, a, b, \dots)$$

$$g_{2j} = g(x_j, h_2, z_{12}, z_{22}, a, b, \dots)$$

$$\dots$$

$$g_{nj} = g(x_j, h_n, z_{1n}, z_{2n}, a, b, \dots)$$

и запишем в память ЭВМ в виде двумерного массива g_{ij} . Тогда для суммарного поля можно написать:

$$\Delta g_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g(x_j, h_i, z_{1i}, z_{2i}, a, b, \dots) \quad (8)$$

В этом случае, не повторяя вычислений целевой функции, можно определить суммарную кривую Δg_{Σ} в разных вариантах по уже вычисленным значениям массива g_{ij} , что позволяет резко сократить

объем вычислений. При этом для шага разбиения Δz точность вычисления Δg_{Σ} не изменится. Кроме того, этот алгоритм удобен тем, что при постоянных горизонтальных размерах и наклоне боковых ограничивающих аномалиеобразующее тело поверхностей, целевую функцию можно определить без повторных вычислений Δg с разбиением тела на элементарные части. В этом случае достаточно просуммировать значения двумерного массива g_{ij} , изменяя индексы его в зависимости от заданного закона изменения глубин боковых поверхностей возмущающего тела (линейного, экспоненциального и т. п.). Однако при изменении горизонтальных размеров тела в пространстве применение последнего алгоритма затрудняется.

III. Для сравнения наблюдаемой кривой $g_{\text{набл}}(x, y)$ с теоретическими кривыми $g_{\text{теор}}(x, y)$ должно быть определенное соответствие между их координатами x и y относительно выбранного начала координат. Например, для вертикальной ступени, если взять точку

$\left(\frac{\partial g_{\text{набл}}}{\partial x}\right)_{\text{max}}$ наблюдаемой кривой за начало координат, то во всех точках, независимо от изменения параметров ступеней, будет полное соответствие между кривыми $g_{\text{набл}}(x_1)$ и $g_{\text{теор}}(x)$. Такое же соответствие относительно точки $\frac{\partial g}{\partial x} = 0$ имеют симметричные

относительно начала координат тела (такие, как двухмерный блок, вертикальная прямоугольная призма и др.). Однако для ряда тел точка $\frac{\partial g_{\text{набл}}}{\partial x} \text{max}$ (или $\frac{\partial g_{\text{набл}}}{\partial x} = 0$) наблюдаемой кривой не совпа-

дает с началом координат теоретических кривых $g_{\text{теор}}(x)$ и они смещаются относительно друг друга в зависимости от значений подбираемых параметров тела (например, наклонная ступень, квазивертикальный блок и др.). В этой связи для подбора параметров по максимуму коэффициента корреляции r сравнение кривых $\ln g_{\text{набл}}(x, y)$ и $\ln G(x, y, z_1, z_2, \dots)$ должно быть осуществлено с учетом возможных смещений из-за изменения параметров тела.

Для учета относительного смещения $g_{\text{набл}}(x)$ относительно теоретической кривой $g_{\text{теор}}(x, y)$ могут быть применены два подхода:

1) путем использования аналитических формул, выведенных для правильных геометрических тел, выражающих связь между смещением точки $\frac{\partial g}{\partial x} = 0$ (или $\frac{\partial g}{\partial x} = \text{max}$) и параметрами аномалиеоб-

разующих масс. Однако, этот метод имеет тот недостаток, что для тел сложной формы получить зависимость между положением точек $\frac{\partial g_{\text{набл}}}{\partial x} = 0$ (или $\frac{\partial g_{\text{набл}}}{\partial x} = \text{max}$) и параметрами тела практически не-

возможно или полученные выражения очень громоздки;

2) путем численного дифференцирования суммарной теоретической кривой, определения положения точек $\frac{\partial g}{\partial x} = 0$ (или $\frac{\partial g}{\partial x} = \text{max}$)

и сравнения наблюдаемой кривой, квантованной с расстоянием Δx относительно точек $\frac{\partial g}{\partial x} = 0$ (или $\frac{\partial g}{\partial x} = \text{max}$). Этот метод менее

точек, однако применим для тел как правильной, так и сложной формы.

IV. Палеточные способы определения параметров возмущающих масс позволяют решать обратную задачу гравиразведки по одной кривой, построенной с учетом особенности тела. В случае подбора параметров аномалиеобразующих тел по одной кривой (например, в двухкамерном варианте) значительно сокращается также объем вычислений на ЭВМ. Однако в общем случае такой подход к подбору параметров тел конечных размеров является недостаточным, так как для асимметричных тел значения Δg в разных направлениях изменяются в зависимости от направления профиля. Поэтому для трехмерных тел необходимо произвести подбор в площадном варианте (или по пересекающимся профилям). Хотя при этом увеличивается в определенной мере объем вычислений, вероятность однозначного решения обратной задачи гравиразведки возрастает [3].

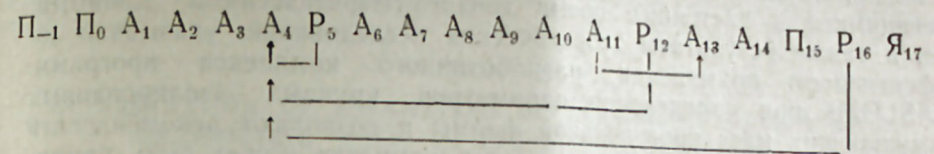
V. В теоретическом аспекте описанный выше алгоритм позволяет при постоянной избыточной плотности определить параметры любых возмущающих масс как простой, так и сложной формы. Однако, этот алгоритм более целесообразно применять для определения параметров блоков земной коры и параметров глубинных разломов, так как задачи структурной геофизики в настоящее время решаются комплексом геолого-геофизических данных, главным образом, сейсморазведкой.

В этой связи для реализации предложенного алгоритма на кафедре геофизических методов разведки АЗИНЕФТЕХИМ им. М. Азизбекова под руководством проф. И. О. Цимельзона разработан специальный комплекс ФОРТРАН программ под общим названием «RASLOM», который позволяет вычислить параметры глубинных разломов и блоков земной коры произвольных горизонтальных размеров. В комплекс программ «RASLOM» входят программы, работающие по следующим моделям: 1) вертикальной и наклонной ступеней; 2) двумерной вертикальной и наклонной призм; 3) трехмерной вертикальной и наклонной призм при их произвольных горизонтальных размерах.

По своей конструкции программы, входящие в этот комплекс, идентичны, разница лишь в том, что для каждой модели целевая функция $G(x, y, h, z_1, z_2, a, b, \dots)$ вычисляется по соответствующим формулам [11]. Общая логическая блок-схема программы «RASLOM» приводится на рисунке.

Последовательность работы с комплексом программ «RASLOM» сводится к следующему. Выделяются участки высоких горизонтальных градиентов по результатам анизотропных трансформаций [1] и по результатам качественного анализа морфологии наблюдаемых полей выбирается приближенная модель аппроксимации (например, ступень, прямоугольная призма); определяются приближенные значения горизонтальных размеров призмы (или координат узловых точек верхней кромки призмы). Строятся графики $\Delta g_{набл} = f(x_1)$ или $\Delta g_{набл} = f(x_1, y_1)$, которые сглаживаются и приводятся к «нулевому» уровню [4], и значения $\Delta g_{набл}$ квантуются с определенным шагом Δx . Задаются возможные пределы изменения значений параметров, например, $z_1 < z_2$, $\Delta \sigma > 0$, $\alpha \in \left[\frac{\pi}{4}, \dots \right]$, $a_1 \leq a_0 \leq a_2$, $b_1 \leq b_0 \leq b_2$ и т. д. В заключенные по выбранной модели и соответствующей ей

программе производится перебор параметров. В случае несоответствия (по указанным выше критериям) выбранной модели фактической изменяется форма модели и перебор продолжается.



Обобщенная логическая блок-схема программы «RASLOM»

- P_{-1} — ввод исходных данных ($g_{набл}, a, b, \alpha, \dots$);
- P_0 — вывод исходных данных;
- A_1 — вычисление $\ln g_{набл}$ и формирование массива их значений;
- A_2 — вычисление среднего значения $\overline{\ln g_{набл}}$;
- A_3 — вычисление среднеквадратического отклонения $\sigma_{\ln g_{набл}}$;
- A_4 — вычисление на точках x и y функции $G(x, y, z_1, z_2, a, b, \dots)$ и формирование массива G_i ;
- P_5 — внутренний цикл изменения значений координат x и y ;
- A_6 — вычисление среднего значения $\overline{G_i}$;
- A_7 — вычисление среднеквадратического отклонения σ_{G_i} ;
- A_8 — вычисление разности $S = \sigma_{\ln G_i} - \sigma_{G_i}$;
- A_9 — вычисление коэффициента корреляции γ_i и m_i ;
- A_{10} — вычисление ai ;
- A_{11} — сравнение r_i и r_{i+1} (если $r_i > r_{i+1}$, то переход на A_{13});
- P_{12} — внутренний цикл для адаптации значений параметров с крупным шагом;
- A_{13} — вычисление плотности $\Delta \sigma$ и $\Delta \sigma$;
- A_{14} — вычисление обычного среднеквадратического отклонения σ между значениями $g_{набл}$ и $\Delta \sigma \cdot G(x, y, z_1, z_2, \dots)$;
- P_{15} — вывод значений параметров тела: $a_1, b_1, \alpha_1, z_{11}, z_{21}, S, \Delta \sigma$;
- P_{16} — внешний цикл для уточнения параметров с уменьшенным шагом параметров в зависимости от числа итераций;
- $Я_{17}$ — остановка

VI. Комплекс ФОРТРАН программ «RASLOM» опробован на многочисленных теоретических примерах, соответствующих различным моделям сред. Расчеты выполнены на ЭВМ «Минск-32». Результаты этих вычислений показали абсолютную сходимость процесса перебора параметров по предложенной методике: с увеличением количества итераций получились достаточно точные значения параметров, т. е. максимальное значение коэффициента корреляции r и минимальное значение логарифмических среднеквадратических отклонений S соответствовали той модели среды и тем параметрам тела, при которых вычислялась исходная теоретическая кривая.

Теперь остановимся на полученных результатах опробования программы «RASLOM» на примере Кызылагач-Лагичского (Западно-Каспийского) глубинного разлома [5, 6] по гравиметрическому профилю Саатлы—Казы-Магомед—Кубатлы.

В первом приближении предполагалось, что гравитационное поле зоны Кызылагач-Лагичского глубинного разлома обусловлено вертикальной ступенью. Был произведен перебор параметров в интервалах глубин $z_1 \in [0, 30]$ км и $z_2 \in [z_1 + 1, 100]$ км. А во втором приближении была взята модель наклонной ступени при тех же интервалах глубин z_1 и z_2 и $\alpha \in [45^\circ, 135^\circ]$. В таблице приведены выбранные по указанным выше критериям значения параметров вертикальной и

УДК 04:00:14

Н. М. СЕЛИМХАНОВ

**ЭТАПЫ И ПРОЦЕССЫ РУДООБРАЗОВАНИЯ
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МАЛОГО КАВКАЗА
(АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР)**

Анализ собранных фактических материалов позволяет выделить следующие циклы и этапы рудообразования в изученной области:

1. Медно-серноколчеданные руды герцинского цикла развития.
2. Колчеданные месторождения раннеальпийского цикла развития раннегеосинклинальной стадии.
3. Оруденение позднегеосинклинальной стадии, связанное с позднеюрскими гранитоидами;
 - а) гидротермально-пневматолитовые;
 - б) гидротермальные месторождения.
4. Месторождения, связанные с палеогеновыми гранитоидами (Ново-Ивановское) позднеальпийского цикла позднегеосинклинальной стадии.
5. Динамометаморфизованные месторождения.
6. Осадочные месторождения:
 - а) гипергенные образования;
 - б) обломочные (россыпи).
7. Месторождения выветривания.

В работе приводится характеристика отдельных генетических типов исследованных рудных месторождений и проявлений.

**1. Медно-сероколчеданные рудопрооявления герцинского
цикла развития**

Характеризуются развитием халькопирит-пиритовых руд, состоящих из двух парагенетических ассоциаций: кварцево-пиритовой и халькопиритовой. Морфологически рудные тела представлены жилами и прожилками. Вмещающими породами являются нижнепалеозойские метаморфические сланцы.

Палеозойское рудообразование подтверждается наличием рудных галек в базальных конгломератах нижней юры, трансгрессивно налегающих на нижнепалеозойские метаморфические сланцы, осложненные жилами и прожилками сульфидов.

Стратиграфическое положение метаморфических сланцев свидетельствует, что процесс их образования происходил до отложений осадков нижней юры, и оруденение соответственно связано с герцинским циклом магматизма. Наиболее древние палеозойские магматические комплексы локализованы в ядре антиклинальной складки среднего течения р. Асрикчай. Они представлены хорошо окатанными гальками гранитоидов в базальных конгломератах нижней юры размером от 1 до 25—30 см.

В составе базальтных конгломератов кроме интрузивных пород принимают участие гальки метаморфических сланцев нижнего палеозоя, кварца, кислых и редко среднего состава эффузивных пород. Эти данные дают основание для выделения герцинских магматических пород:

**2. Колчеданные месторождения раннеальпийского
цикла развития**

Месторождения колчеданного типа часто содержат промышленные количества серного колчедана, меди, цинка, свинца, барита, а также ряда редких и рассеянных элементов. В связи с этим поиски и разведка месторождений данной формации представляют важную практическую задачу. Эффективные ее решения возможны при изучении закономерностей формирования и пространственного размещения месторождений.

Вопрос о происхождении колчеданных месторождений в различных регионах Советского Союза, в том числе и северо-восточной части М. Кавказа, все еще является предметом оживленных дискуссий.

До последнего десятилетия было принято колчеданные месторождения генетически связывать с интрузивами, считая их продуктом одного металлогенического очага. Колчеданные руды рассматривались как результат постинтрузивной гидротермальной деятельности.

Вопрос генезиса колчеданных руд М. Кавказа, в том числе Азербайджанской и Армянской ССР, различными исследователями рассматривается по-разному. Некоторые исследователи придерживаются интрузивного их происхождения и считают колчеданное оруденение третичным, подавляющая же часть геологов формирование колчеданных месторождений связывает с вулканизмом и рассматривает их как субвулканические образования.

В 1947 г. в результате изучения Алавердского типа оруденения в Армении И. Г. Магакьян отметил тесную пространственную связь колчеданных залежей Алавердской группы месторождений с дайками и штоками кварцевых альбитофинов и привел доводы в пользу субвулканического происхождения колчеданных руд.

В 1951 г. М. А. Кашкай на основании многочисленных фактических материалов предложил теорию о связи оруденения с кварц-порфировой эффузивно-экструзивной формацией. Чирагидзорское и Тоганалинское месторождения серного колчедана он, в соответствии со взглядами А. Н. Заварицкого в отношении генезиса колчеданных месторождений Урала, рассматривал в генетической связи с кислой кварц-порфировой магмой, исходя из стратиграфической приуроченности месторождений к толще кварцевых порфиров.

В последнее время М. А. Кашкай (1956) расширил свою концепцию генетической связи с субвулканической фазой кварцевых порфиров не только серноколчеданных, но и ряда полиметаллических месторождений М. Кавказа, распространив ее и на Кедабекскую группу месторождений.

Указанные взгляды на происхождение колчеданных месторождений М. Кавказа получили широкое признание среди геологов-практиков и послужили основой для углубленного изучения металлогении вулканогенных формаций. К числу таких исследований относятся

обстоятельные работы Г. С. Дзюенидзе (1948, 1953, 1964), Ш. А. Азизбекова (1952, 1964, 1965), М. А. Кашкая (1951, 1956, 1958, 1959), И. Г. Магакьяна (1952, 1959, 1964, 1965), С. С. Мкртчяна (1958, 1959, 1960), Г. А. Твалчрелидзе (1958, 1961, 1964, 1966) и многих других.

По вопросу о происхождении медно- и серноколчеданных и колчеданно-полиметаллических поясов имеется расхождение во взглядах. М. А. Кашкай (1951, 1956), И. Г. Магакьян (1952, 1959), Ш. А. Азизбеков (1952, 1964, 1965), С. С. Ванюшин, Ю. А. Лейе и Э. Г. Малхасян (1957), Э. А. Хачатурян (1959), В. Н. Котляр и другие колчеданное оруденение относят к субвулканическим образованиям и рассматривают его в тесной парагенетической и пространственной связи с вулканизмом юрского времени.

С. С. Мкртчян (1960), Б. С. Вартапетян (1960, 1965), Г. И. Керимов (1958) и другие образование колчеданных руд рассматривают как разновозрастные образования.

По вторым представлениям в Армении серноколчеданные руды в Алавердском рудном поле имеют доверхнеюрский возраст и связаны с субвулканическими кварцевыми порфирами, медноколчеданные и колчеданно-полиметаллические руды — с верхнеюрско-нижнемеловыми гипабиссальными гранитоидами.

Г. И. Керимов (1955) серноколчеданные и медно-цинковые руды Кедабекской группы месторождений генетически рассматривает раздельно как рудообразование двух различных этапов, связанных с совершенно различными магматическими источниками и циклами магматизма.

Устанавливается генетическая связь серноколчеданного оруденения Кедабекского месторождения (первый этап) с плагногранит-порфирами среднеюрского (предбатского) возраста, являющимися апофизой плагногранитов Атабек-Славянского массива.

Медноколчеданное и медно-цинковое оруденение Кедабекского месторождения (второй этап) наложено на серноколчеданное и генетически связано с поздними гидротермальными процессами, обусловленными более молодыми нижнемеловыми (досеноманскими) Кедабекскими гранитоидными интрузиями.

Колчеданное оруденение пространственно и парагенетически связано с субвулканическими образованиями, основанием чего служат следующие факты:

1. Приуроченность колчеданных рудопроявлений к малым интрузиям альбитофиров и кварцевых порфиров.
2. Единая глубинность фаций руд и магматических пород, представляющих близповерхностные образования.
3. Близость возрастных интервалов колчеданного оруденения и субвулканических интрузий.

В орогенном этапе развития этой же зоны происходит внедрение умеренно кислых гранитов, гранодиоритов (Дашкесанский, Зурнабадский, Кедабекский массивы), с которыми генетически связаны скарновые железорудные и гидротермальные медные, полиметаллические и баритовые месторождения.

Таким образом, киммерийская металлогеническая эпоха подразделяется на две стадии: раннегеосинклинальную с колчеданными медными и полиметаллическими месторождениями субвулканического происхождения и позднегеосинклинальную стадию со скарновыми же-

лезорудными гидротермальными месторождениями меди, полиметаллов и барита в связи с гранитоидами.

Кварцевые порфиры, в особенности в оруденелых участках, преобразованы во вторичные кварциты, каолинизированы и пропилитизированы.

Внедрение субвулканических кварцевых порфиров происходило в целом в геосинклинальном этапе, вследствие чего минерализующие растворы проникали в эффузивные кварцевые порфиры по системе микротрещин, формируя вкрапленное оруденение, но в случаях интенсивного метасоматоза формировались жилы, линзы и штокообразные тела колчеданных руд. Тектонические трещины и разломы в породах в значительных масштабах развиты позже, уже на орогенном этапе.

На исследованной территории, в качестве примеров генетических типов месторождений, связанных с кварцевыми порфирами, кроме вышеохарактеризованных можно указать и на другие многочисленные сульфидные проявления.

а) О генезисе рудных обломков и валунов по реке Асрикчай

Наряду с другими значительный интерес представлял также вопрос выяснения генезиса рудных обломков и валунов по р. Асрикчай, которые впервые нами совместно с М. К. Алиевым были обнаружены еще в 1965 г. Участки рудных обломков расположены вдоль р. Асрикчай, в 3—4 км к югу от с. Агбулак Таузского района и прослеживаются на расстоянии более 300 м.

В последние годы изучением этих рудных обломков и валунов занимался Р. Н. Абдуллаев (1974). Он считает, что «участок нахождения рудных обломков представляет собой реликт (руины) жерловой зоны палеовулкана, формировавшегося в заключительной стадии комплекта раннегеосинклинальной байосской андезито-базальт-липаритовой формации и связанного с возникновением Шамхорского вулканотектонического сводового поднятия».

Форма нахождения обломков руд и пород, их взаимоотношение, незначительное развитие цементного материала липарито-дацитового состава дают основание признать эруптивную природу обломков колчеданных руд, образовавшихся, по-видимому, при переотложении эксплозивным путем.

Мнение Р. Н. Абдуллаева (1974) по вопросу генезиса рудных обломков и валунов на основании многочисленных фактических материалов подтверждается и нами.

По обнаженным участкам рудные обломки и валуны составляют примерно 10%, остальные в процентном отношении относятся к валунам и обломкам, принадлежащим верхней части кварц-плагнопорфировой толщи верхнего байосса. Размеры рудных обломков и валунов колеблются от 10 до 40 см. Они представлены серно-медноколчеданными рудами, в минералогическом составе руд определяются, в основном, пирит, халькопирит, арсенопирит, энаргит, сравнительно в незначительном количестве сфалерит, галенит, из вторичных — гидрокислы железа, малахит, азурит, ковеллин и куприт.

Наши данные подтверждаются также фактическим материалом, полученным по пробуренным скважинам, вскрывшим рудные тела значительной мощности на глубине 210—226 м. Вещественный состав

руд и пород по кернам скважин полностью повторяет вещественный состав рудных валунов и пород. На основании вышеприведенных фактических материалов устанавливается, что областью сноса рудных и нерудных блоков и валунов являются нижележащие материнские рудные тела и породы, из которых они образовались при переотложении взрывным путем.

3. Месторождения позднегеосинклинальной стадии связанные с позднеюрскими гранитоидами

а) Гидротермально-пневматолитовые образования

К гидротермально-пневматолитовому типу минералообразования относятся: Алабашлинское месторождение гематита, проявления гематита в районах с. Чардахлы и в местности Махар-Бурулан, недалеко от месторождения медно-мышьяковых руд Битти-Булага.

В местности Махар-Бурулан, на южном склоне г. Агдаш, в эпидотизированных туфопорфиридах наблюдаются многочисленные тонкие прожилки железной слюдки. Гематитовые прожилки имеют меридиональное простирание. Указанная агрегатная форма гематита местами наблюдается также в Алабашлинском месторождении гематита.

В районе с. Чардахлы вдоль контакта интрузии плагиогранитов среди измененных пород местами зафиксированы рудопроявления гематита и медистых минералов. Гематитовое оруденение здесь отмечается как в эндоконтакте, так и в экзоконтакте интрузивного массива в виде вертикальных жил простиранием 30° при мощности от 0,1 до 0,6 м. Гематит представлен своей высокотемпературной разновидностью — железной слюдкой.

Все вышеуказанные агрегатные формы, минеральные ассоциации и другие факты дают основание гематиты указанных районов отнести к гидротермально-пневматолитовым минералообразованиям.

б) Гидротермальные образования

В исследованных нами районах к гидротермальному типу месторождений относятся медноколчеданные и медно-цинковые руды Кедабекского месторождения, обязанные гидротермальной фазе постмагматической деятельности Кедабекской интрузии.

Битти-Булагское месторождение, судя по присутствию в рудном выполнении энаргита и сопутствующим минералам, относится к мезотермальному типу.

Ново-Гореловское месторождение медно-цинковых руд связано с гидротермальной фазой деятельности позднеюрской гранитоидной интрузии, находясь в непосредственной близости от покровных порфиритов «верхней вулканогенной толщи» средней юры (бат).

Рудные проявления у селений Спасовка, Мартуни и Джагира приурочены к эпидотизированным и хлоритизированным отложениям верхней вулканогенной толщи батского возраста. Здесь руды большей частью наблюдаются в прожилках гидротермального кварца в виде вкрапленников и налетов. Вкрапленники представлены халькопиритом и отчасти пиритом. Эти проявления наблюдаются вблизи выходов интрузива.

Описанные рудопроявления на основании многочисленных фактических материалов генетически относятся к гидротермальным образованиям. Аналогичными являются проявления халькопирита и пирита у с. Славянка.

Полиметаллические месторождения Шакарбек, расположенные в верховьях речки того же названия, приурочены к сильно окварцованным кварцевым порфирам. В морфологическом отношении образуют гнезда и вкрапленности и относятся к гидротермальным образованиям, генетически связанным с внедрением гранитоидов.

Бадакентское цинково-свинцовое месторождение представляет собой жилу, залегающую в нарушенной зоне. Рудное тело представлено кварцево-баритовой жилой с неравномерной вкрапленностью пирита, сфалерита, галенита и незначительного количества халькопирита. Бадакентское цинково-свинцовое месторождение относится к гидротермальному типу (низкотемпературное).

Дагкесаманское полиметаллическое месторождение возникло в результате циркуляции по трещинам золотоносных гидротермальных растворов, оказавших воздействие на вмещающие эффузивно-пирокластические породы.

Длина гидротермально-измененных зон колеблется от 70 до 300 м при ширине в среднем 0,4—0,6 м.

Кроме вышеохарактеризованных сульфидных месторождений и рудопроявлений с гидротермальными процессами минералообразования связаны медноколчеданные, сульфидные кварцевые жилы на западном склоне г. Масхит, проявления сульфидов у минерального источника Славянка, серноколчеданное проявление в окрестностях с. Карадаг, проявления сульфидов в окрестностях с. Гергер Кедабекского района, проявления сульфидов в районе с. Чардахлы, полиметаллические проявления в районе с. Шиштапа, Тауз-Калинское рудопроявление у с. Нузгер Шамхорского района, многочисленные рудопроявления в бассейнах рек Асрикчай и Ахинджачай, Кошинское сульфидное месторождение Таузского района и другие многочисленные рудопроявления.

4. Месторождения, связанные с палеогеновыми гранитоидами позднеальпийского цикла позднегеосинклинальной стадии

Контактово-метасоматическое (скарповое) Ново-Ивановское месторождение

Рудные залежи Ново-Ивановского месторождения начинаются непосредственно от контакта габброидов с известняками.

Интрузивные породы представлены серией габброидов, начиная от габбро и кончая кварцево-ортоклазовым габбро и диоритами. Рудная зона состоит в основном из магнетито-гранатового скарна.

На юго-восточном участке магнетит более богат сульфидами, концентрация сульфидных минералов к краям магнетитовой залежи увеличивается. Отмеченные факты дают возможность сделать вывод, что во время фракционирования и кристаллизации магнетитовых скоплений сульфидные минералы концентрировались по краям магнетитовых тел, что объясняется тем обстоятельством, что сульфидная фаза гидротерм протекла значительно позже, чем происходило формирование магнетита. В связи с этим, сульфиды после кристаллизации магнетитовых скоплений пространственно распространены по периферии залежей или же по трещинам внутри магнетитовых тел.

Ново-Ивановское скарново-магнетитовое месторождение, сопровождающееся проявлением сульфидов, в отношении условий образования аналогично Дашкесанскому железорудному и относится по своему генезису к типу скарново-магнетитовых образований в карбонатных породах.

5. Динамометаморфизованные месторождения

На территории Азербайджана ни один из предыдущих исследователей не уделял внимания вопросам рудопроявлений динамометаморфизованно-осадочного генезиса.

В исследованном районе проявления серного клочедана (пирит, марказит), приуроченные к глинистым сланцам и песчанистым глинам у с. Беюк Кышлак, мы относим к динамометаморфизованно-осадочному генезису. Это доказывается нижеследующими фактическими материалами: у с. Беюк Кышлак на значительной площади в породах глинистых сланцев в тонкозернистых песчанистых глинах нижней юры пирит образовался осадочным путем, что подтверждает аналогичный факт нахождения пирита в апшеронских глинах на Апшеронском полуострове.

Пирит в песчанистых глинах и глинистых сланцах имеет наиболее характерные формы в виде вкрапленников, равномерно рассеянных зерен по всей массе пород.

После осаждения скоплений пирита в основном виде тонких пылевидных зерен произошел динамометаморфизм в пиритсодержащих породах; в результате последнего частично из тонкозернистых скоплений пирита и были образованы мелкие его кристаллы, встречающиеся в форме куба. Таким образом, наряду с другими вышеизложенными данными и по морфологии кристаллов пирита доказываем, что кристаллизация пирита в осадочных толщах произошла в результате процесса динамометаморфизма.

В верхних горизонтах метаморфизованных глинистых сланцев залегают пропластики, состоящие из конгломератовидных конкреций более плотных глинистых песчаников. Эти конкреции содержат тонко- и мелкозернистый равномерно рассеянный пирит и марказит.

Таким образом, наличие конкреций пирита и марказита в глинистых песчаниках, включенных в массы сланцеватых пород, служит явным доказательством динамометаморфизованно-осадочного происхождения пирита и марказита.

6. Осадочные месторождения

а) Гипергенные образования

На исследованной территории предгорной полосы междуречья Кюракчай и Таузчай, в батских туфопесчаниках местами в виде пластов, пропластков, линз, гнезд наблюдаются рудные залежи, состоящие в основном из магнетита, гематита, титаномагнетита и др.

Указанные магнетитовые туфопесчаники прослеживаются на расстоянии более 100 км, и принадлежат определенным горизонтам вулканогенного комплекса пород средней юры, относясь в основном к верхам туфогенной серии. Вмещающими породами руд, кроме туфогенных песчаников, также являются туфы, туфобрекчии, туфоконгломераты и туфопорфиры.

Всестороннее детальное исследование магнетитовых туфопесчаников дает нам основание считать, что основными источниками рудных минералов магнетитовых залежей служили породы — туфы, порфиры и интрузивные, содержащие обычно до 1,5—2% магнетита, титаномагнетита в виде аксессуаров. При разрушении этих пород в полосе волноприбойя батского моря и могли создаваться обогащенные магнетитом пески. Примером таких месторождений в Азербайджане может служить Ленкоранское месторождение магнетитовых песков, которое образуется за счет выветривания андезито-базальтов в верховьях речных систем Горного Талыша с переносом магнетита текущими потоками в побережье Каспийского моря, где в волноприбойной полосе ныне происходит формирование железорудных месторождений.

Пропластики и линзы магнетитовых туфопесчаников рассматриваемой области имеют согласное залегание с вмещающими породами. Непостоянство мощности пластов магнетитовых туфопесчаников (от 0,1 до 5,0 м) объясняется наличием в прибрежной полосе (где руды отлагались) разных морских течений. В спокойных местах шло отложение руд; в местах же с более быстрым течением они не могли отлагаться и транспортировались далее. Местами наблюдаемые тонкие кальцитовые и кварцевые прожилки, прорезающие магнетитовые туфопесчаники доказывают уже воздействие гидротерм на ранее образованные магнетитовые туфопесчаники.

В 1953 г. в местности Гюмюшлуг-дара, в западной части с. Беюк Кышлак Таузского района на значительной площади нами были обнаружены тонкозернистые плотные, тонко- и толстослойные слюдястые туфопесчаники нижней юры, сильно окрашенные и пронизанные вторичными минералами меди и железа, — малахитом, азуритом, гидрогетитом, мелантеритом, купритом и другими вторичными минералами.

На указанной площади в минерализованных песчаниках на глубине до 50—60 м наблюдаются в основном налеты и тонкие (до 1 мм) корки вторичных минералов, среди них преобладающими являются налеты малахита и азурита.

Перечисленные вторичные минералы в песчаниках образовались за счет первичных, в основном, сульфидных минералов. Перенос вторичных минералов в этих песчаниках, по-видимому, совершался в виде растворимых солей.

Таким образом, на основании вышеизложенного охарактеризованные вторичные минералы можно отнести к осадочно-гипергенному минералообразованию.

б) Обломочные (россыпи)

Аллювиальные россыпи занимают речные долины, рудные минералы концентрируются в нижних слоях аллювия. Они представлены следующими минералами: магнетитом, гематитом, ильменитом, пиритом, цирконом, рутилом, гранатом, халькопиритом, гидрогетитом, в нижнем течении р. Азрикчай наблюдаются и зерна киновари.

7. Месторождения выветривания

В зависимости от степени воздействия экзогенных процессов и общегеологических условий в различных районах исследованной тер-

ритории наблюдаются большие различия в степени выветривания выходов сульфидных руд.

Зона окисления среди вышеохарактеризованных сульфидных месторождений хорошо выражена в Кедабекском серно-медноколчеданном, Битти-Булагском медно-мышьяковском и Дагкесаманском полиметаллическом месторождениях.

В Кедабекском медно-серно-колчеданном месторождении глубина распространения и интенсивность процессов окисления доходят до 40—50 м.

Зона окисления Дагкесаманского полиметаллического месторождения от дневной поверхности наблюдается до глубины 35—40 м, сложена гидротермально измененными породами с обильными выделениями лимонита.

В остальных сульфидных месторождениях и проявлениях в основном наблюдается зона окисления и под этой зоной весьма слабым развитием пользуется вторая зона, т. е. зона цементации.

Н. М. Селимханов

КИЧИК ГАФГАЗЫН ШИМАЛ-ШЭРГ ЁИССЭСИНДЭ ФИЛИЗЛЭШМЭ МЭРҲЭЛЭ ВЭ ПРОСЕСЛЭРИ (АЗЭРБАЈЧАН ССР)

Мөгаләдә топланымыш фактик материаллар эсасында көстәрилән сәһә үзрә филизләнни ашағыдакы мәрһәлә вә просесләри көстәриләр:

1. Пертсен инкишафы дөврүндә эмәлә кәлиш мис-күкүрд колчеданы филизи.
2. Илк алп инкишафы дөврү, илк кеосинклинал мәрһәләси колчедан јатағлары.
3. Сонрақы Јура гранитоидләри илә әләғәдар олан сонрақы кеосинклинал мәрһәләсини филизләшмәси:
 - а) пневмотакен-гидротермал
 - б) гидротермал јатағлар
4. Палеокен гранитоидләри илә әләғәдар олан (Ново-Ивановка јатағы) сонрақы Алп дөврү, сонрақы кеосинклинал мәрһәләләриндәки јатағлар.
5. Динамометаморфизм јатағлары
6. Чөкмә јатағлар:
 - а) гиперген јолла эмәләжәлмә
 - б) сәпинти јатағлары
7. Ашынма јатағлары.

Н. М. Selimkhanov

STAGES AND PROCESSES OF DEPOSIT FORMATION IN NORTH-EASTERN PART OF MINOR CAUCASUS (AZERBAIJAN SSR)

The analysis of facts permits to distinguish following cycles and stages of deposit formation in the researched region:

- 1) Cuprous-sulfuric deposits of Hercinian cycle of development.
- 2) Pyrites resources of Early-Alpine cycle of development of early-geosynclinal stage.
- 3) Deposit formation of late-geosynclinal stage connected with Late-Jura granitoids:
 - a) pneumatolito-hydrothermal,
 - b) hydrothermal resources.
- 4) Deposits connected with paleogenic granitoids (Novo-Ivanovo resource) of Late-Alpine cycle of late-geosynclinal stage.
- 5) Dinamometamorphized resources.
- 6) Sedimented resources:
 - a) hypergenic formations,
 - b) fragmental formations.
- 7) Weathered resources.

УДК 556.31[556.3.01+556.53](282.247.442.2)

Ф. К. ФАРАДЖУЛЛАЕВА

К ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДРУСЛОВЫХ ВОД ДОЛИНЫ РЕКИ ПИРСАГАТ

Гидрогеологические исследования проводились с целью разведки пресных подземных вод долины р. Пирсагат как источников водоснабжения гор. Шемахи.

Абсолютные отметки местности в пределах участка работ изменяются от 610 до 520 м. Гидрографию района представляет р. Пирсагат, поверхностные воды которой являются основным источником формирования подрусловых вод долины.

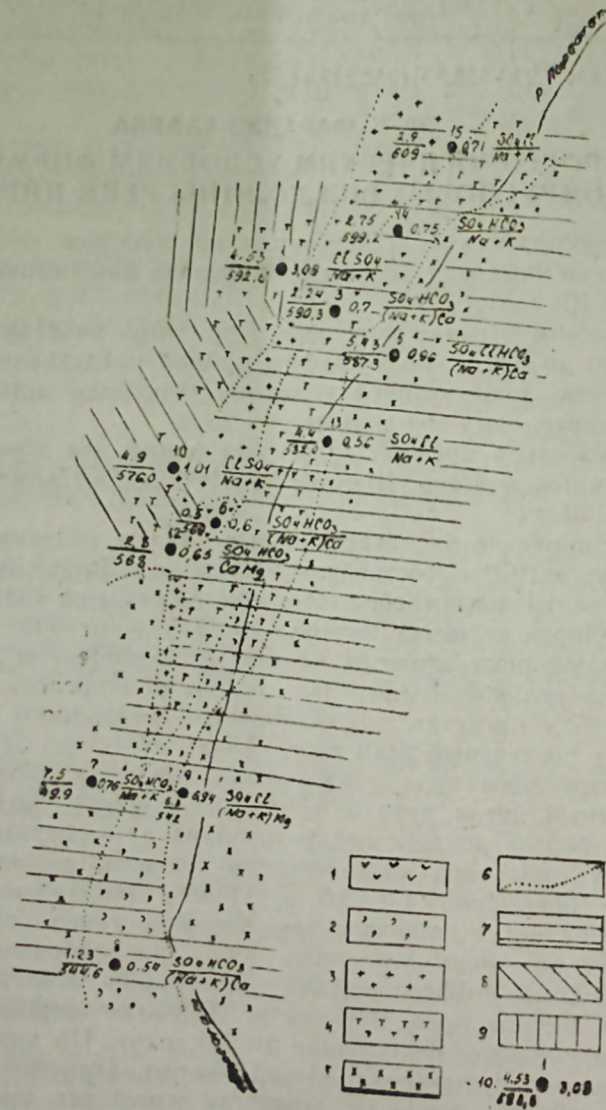
Потребность в пресных подземных водах для хозяйственно-питьевого водоснабжения гор. Шемахи на 1980 г. составляет 100 л/с, а на 2000 г. — 140 л/с.

Ориентировочно эксплуатационные запасы подземных вод долины р. Пирсагат в 1979 г. составляли 8717 м³/сут. Водозабор обеспечивает возможности отбора потребного количества воды на 1980 г.

Река Пирсагат имеет широкую пойму — от 300 до 500—600 м. Борта долины реки сложены осадочным комплексом пород: глинами с гравием и галькой. В пределах долины р. Пирсагат породы до глубины 40—45 м представлены осадками четвертичного возраста. В 7—8 км вверх по течению реки на глубинах от 1,5 до 5,0 м встречен горизонт подрусловых вод, источником питания которых является поверхностный поток реки и в меньшей степени дренирование грунтовых вод бортов долины и инфильтрация атмосферных осадков. Уровень подрусловых вод колеблется по сезонам, амплитуда колебания уровня не превышает 1,5—2,0 м. Общее направление подруслового потока совпадает с направлением поверхностного стока. Фильтрационные свойства водосодержащих пород разнообразны. Площади с более высокими коэффициентами фильтрации охватывают центральные части долины реки. В русле р. Пирсагат широко развиты породы с коэффициентом фильтрации до 7,0 м/сут. По химическому составу эти воды сульфатно-гидрокарбонатно-натриевые. Водоносность аллювиальных отложений р. Пирсагат изучалась при помощи скважин, пробуренных Шемахинской партией с целью поисков подземных вод для водоснабжения города Шемахи.

Подрусловые воды р. Пирсагат встречены пробуренными здесь разведочными скважинами на глубинах от 0,23 до 7,1 м. Это видно из карты глубин залегания, химического состава и минерализации грунтовых вод. Максимальная глубина залегания уровней подрусловых вод (до 1 м) ограничивается небольшим участком, примыкающим к действующему руслу реки. В центральной части распространены воды глубиной 1—3 м. Мощность водосодержащих пород изменяется соответственно от 1,3—4,4 м в бортах долины до 26—34 м в центральной части. Абсолютные отметки зеркала подрусловых вод

изменяются в пределах 610—550 м. Дебиты скважин при опробовании колеблются от 0,51—до 2,96 л/с при удельных дебитах от 0,16 до 2,76 л/с·мм. Коэффициенты фильтрации водосодержащих пород изме-



Схематическая карта глубин залегания, химического состава и минерализации грунтовых вод долины р. Пирсагат.

1 — Глубины залегания уровня грунтовых вод до 1 м; 2—1 — 2,0 м; 3 — 2—3,0 м; 4 — 3—5,0 м; 5 — >5 м; 6 — границы участков с разной глубиной залегания грунтовых вод; 7 — общая минерализация грунтовых вод до 1 г/л; 8 — 1—3 г/л; 9 — >3 г/л; 10 — скважина: слева в числителе — глубина залегания грунтовых вод, м; в знаменателе — абсолютная отметка уровня, м; справа — минерализация воды, г/л

няются от 2,03 до 13,5 м/сут. Водопроницаемость пород 3,24—355 м²/сут. Результаты опробования подрусловых вод р. Пирсагат приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты опробования подруслового потока р. Пирсагат

№ скв.	Интервал залегания водоносного горизонта, м		Мощность водоносного горизонта, м	Статический уровень, м	Дебит		Величина понижения, м	Удельный дебит л/с·м	Коэфф. фильтрац., м/сут.	Коэфф. водопроницаемости, м ² /сут.
	от	до			л/с	м ³ /сут.				
1	4,2	5,5	1,3	4,2	0,51	44,1	2,1	0,24	2,49	3,24
3	1,17	38,0	31,33	1,17	2,19	189,2	1,43	1,5	6,08	190,2
5	4,6	22,5	17,9	4,6	0,87	75,2	3,05	0,28	2,03	36,3
6	0,23	34,5	26,27	0,23	2,95	255,6	1,07	2,76	13,5	355,0
7	7,1	11,5	4,4	7,1	0,69	59,6	4,2	0,16	2,24	9,8
8	1,0	37,0	34,0	1,0	1,6	129,6	3,85	0,4	2,1	71,4
9	6,0	9,5	3,5	6,0	0,85	73,4	3,1	0,27	4,32	15,1

Результаты химического состава подземных вод долины р. Пирсагат

№ скв.	Сухой остаток, мг/л	Жесткость, мг-экв/л		Содержание ионов, экв, %					Химический тип воды	
		общая	карбонатная	Cl'	SO ₄ ⁺	HCO ₃ '	Na+K	Ca		Mg
1	5040	8,17	3,10	53,7	33,5	6,4	83,1	9,1	7,8	Хлоридно-сульфатно-натриевая
3	700	4,09	4,0	8,0	54,7	37,3	61,8	38,2	нет	Сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевая
5	960	3,89	3,2	23,0	55,6	21,4	74,0	18,3	7,7	Сульфатно-натриевая
6	600	4,09	4,09	5,9	45,8	45,0	57,2	42,8	нет	Сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевая
7	760	4,24	4,0	8,2	51,6	38,5	59,2	40,8	нет	То же
8	404	3,63	3,59	6,7	30,0	33,8	42,4	45,9	11,7	Гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевая
9	6940	27,03	7,61	21,7	71,1	7,2	74,3	11,0	14,7	Сульфатно-натриевая

Анализ приведенных данных показывает, что наиболее благоприятными в гидрогеологическом отношении являются участки, максимально приближенные к руслу р. Пирсагат. По мере удаления от русла к бортам долины наблюдается возрастание содержания глинистых фракций в породах в результате заиленности, что влияет на уменьшение проницаемости водосодержащих пород. Общая минерализация и химический состав подрусловых вод долины р. Пирсагат изучались в процессе опробовательских работ по скважинам. В табл. 2 приводится характеристика качественного состава подрусловых вод.

Как видно из таблицы и карты минерализации и химического состава подрусловых вод р. Пирсагат, воды реки в основном пресные, сухой остаток их изменяется от 0,4 до 0,96 г/л. По химическому составу воды сульфатно-гидрокарбонатно-натриевого и гидрокарбонатно-сульфатно-натриевого типа. Они имеют распространение в пределах почти всей поймы реки. Минерализация и химический состав их аналогичен химическому составу самой реки. Однако наряду с пресными подземными водами встречаются и соленые с минерализацией от 3,04 до 6,94 г/л хлоридно-сульфатно-натриевого и сульфатно-натриевого типа. Эти воды распространены на участках, непосредственно примыкающих к бортам долины реки, где скважинами вскрыты коренные отложения ачкагыльского возраста, а мощность аллювиальных отложений незначительная. Повышенная минерализация подземных вод на этих участках объясняется полустойким режимом удаленных от русла площадей распространения водоносных аллювиальных отложений и слабым поступлением поверхностных паводковых вод.

В водах участка обнаружены микроэлементы, мг/л: фтор (0,15—0,50), медь (0,10), чистое железо (0,01—0,30), окись серы (1,3—2,4).

Проведенные анализы показывают, что подрусловые воды р. Пирсагат вполне пригодны для хозяйственно-питьевых нужд. Температура подземных вод испытывала незначительные изменения в пределах 1—2°C. Режимными наблюдениями доказывается несомненная связь между водой подруслового потока и поверхностной водой р. Пирсагат, а потому режим вод подрусловых потоков может быть охарактеризован как гидрологический.

Литература

1. Геология Азербайджана. Гидрогеология. Изд. АН Азерб. ССР, 1961.
2. Подземные воды СССР. Обзор подземных вод Азербайджанской ССР, т. II, кн. 2, М., 1973.
3. Гидрогеология СССР, том XII. Азербайджанская ССР, М., «Недра», 1966.

Ф. К. Фарҷуллаева

ПИРСААТЧАЈ ВАДИСИНИН ЈЕРАЛТЫ СУЛАРЫНЫН ГИДРОКЕОЛОЖИ ЭМЭЛӘКӘЛМЭ ШЭРАИТИ

Мәгаләдә Шамахи шәһәринин су илә тәһиз олунма мәнбәји кими истифадә олунан Пирсаатчај вадисинин јералты суларынын гидрокеоложи шәраити тәдгиг едилир. Пирсаатчајын вадисиндә апарылмыш илкин кәшфијат ишләринин нәтичәсинә әсасән онун јералты суларынын гидрокеоложи характеристикасы әсасландырылмышдыр.

F. K. Farajullayeva

TO THE HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF FORMATION OF THE UNDERGROUND WATERS OF PIRSAGAT VALLEY

In this article the geological structure, watertightness of the rocks and underground waters of Pirsagat valley as a water-supply of Shamakhi have been described.

АЗӘРБАЈҶАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН ХӘБӘРЛӘРИ
Јер елмләри серијасы, 1982, № 1

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР
Серия наук о Земле, 1982, № 1

ХРОНИКА

ПРОИСХОЖДЕНИЕ НЕФТИ И ГАЗА, ИХ МИГРАЦИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

Этим актуальным и во многом все еще дискуссионным ключевым проблемам современной нефтяной геологической науки было посвящено совещание ученых и нефтяников, проведенное 22—24 апреля 1981 г. в г. Львове по инициативе Института геологии и геохимии горючих ископаемых АН Украинской ССР совместно с Научным советом по проблеме «Геология и геохимия горючих ископаемых» АН УССР и Украинским научно-исследовательским геологоразведочным институтом Министерства геологии УССР (УкрНИГРИ). Совещание было посвящено претворению в жизнь грандиозных задач XXVI съезда КПСС по выполнению планов прироста запасов нефти и газа в XI пятилетке (1981—1985 гг.) и на перспективу до 1990 г.

О значительности совещания свидетельствует факт активного участия в его работе более 300 специалистов из 15 академических и более 20 отраслевых научно-исследовательских институтов, 10 высших учебных заведений и 15 геологических производственных организаций Советского Союза, в том числе из городов Москва, Ленинград, Киев, Минск, Баку, Тбилиси, Ашхабад, Куйбышев, Шевченко, Хабаровск, Иркутск и др. От азербайджанских геологов в работе совещания приняли участие акад. Ш. Ф. Мехтиев (Институт геологии АН Азерб. ССР), кандидаты геолого-минералогических наук З. А. Буниат-Заде (Научный центр «Геофизика» АН Азерб. ССР) и А. А. Нариманов (ВПО «Каспморнефтегазпром»).

Примечательно, что к открытию совещания Оргкомитетом (председатель — акад. АН УССР Г. И. Доленко) из нескольких сот заявленных докладов были отобраны и опубликованы в специальном сборнике (общим объемом 432 с.) тезисы 289 докладов и сообщений [1, 2]. В их число вошли и нижеследующие тезисы азербайджанских геологов: Ш. Ф. Мехтиев, З. А. Буниат-Заде, Б. А. Туския «Особенности изменения

свойств нефти и углеводородного состава попутных газов нефтегазовых залежей Бакинского архипелага» [2, с. 175—176]; З. А. Буниат-Заде, А. А. Нариманов «Влияние верхнеплиоцен-современных фаз миграции углеводородов на формирование скоплений в Южном Каспии» [2, с. 181—183] и А. А. Нариманов «Разрывная дислокация Бакинского архипелага и ее роль в формировании и размещении скоплений нефти и газа» [2, с. 174—175].

В течение трех дней на 6 пленарных заседаниях совещания и у стендов было прослушано около 300 докладов и сообщений; помимо этого еще 24 участника выступили в прениях по обсужденным докладам.

Около 50 докладов и сообщений были посвящены последним достижениям в решении отдельных узловых вопросов и в целом кардинальной проблеме генезиса нефти и газа, значительная часть их рассматривала различные дискуссионные аспекты проблемы миграции углеводородов, а во многих других выступлениях содержалась ценная информация об условиях формирования и особенностях размещения залежей нефти и газа в различных нефтегазоносных провинциях и областях РСФСР (Западная и Восточная Сибирь, Волго-Уральская область, Дальний Восток и др.), Украины, Азербайджана, Казахстана, Средней Азии, Грузии и ряда зарубежных территорий.

Общий тон совещанию задали два первых программных доклада, в содержании и обсуждении которых нашли свое отражение основные достижения мировой нефтяной геологической науки в одной из ключевых проблем современного естествознания — генезиса нефти и углеводородных газов. При этом, если доклад группы ведущих львовских исследователей (акад. АН УССР Г. Н. Доленко, проф. Э. Б. Чекалюка, проф. И. В. Гринберга и др.) был посвящен всестороннему обоснованию «теории минерального происхождения нефти» [1,

с. 4—7], то в докладе ученых Московского государственного университета (член-корр. АН СССР Н. Б. Вассоевича и проф. Ю. И. Корчагиной) рассматривались «основные неизбывные положения современной теории осадочно-миграционной природы нефти».

Большой интерес вызвали также доклады московских ученых — профессор И. В. Высоцкого (МГУ), А. А. Петрова (ИГЕРГИ), В. В. Вебера (ВНИГНИ), П. А. Кропоткина и Б. М. Валяева (ГИН АН СССР), О. Г. Сорохина и И. Е. Баланик (ИО АН СССР), Г. И. Амурского и Б. П. Жижченко (ВНИИГаз), В. И. Высоцкого и М. С. Моделевского (ВНИИЗарубежгеология), ленинградских исследователей А. С. Бескровного и Э. А. Анфилатовой (ВНИГРИ), киевских геологов П. Ф. Шпака (Мингео УССР), В. К. Гавриша, Н. И. Иванова и В. И. Созанского (ИГН АН УССР), львовских нефтяников член-корр. АН УССР В. В. Глушко (ЛГУ), проф. В. А. Бабадаглы и А. Ф. Романиюка (УкрНИГРИ), Г. Е. Бойко, С. А. Варичева, Н. И. Галабуды, С. Т. Зедзны, В. И. Китыка, В. В. Колодия, Ю. Е. Кордияка и Б. И. Яроша (Институт геологии и геохимии горючих ископаемых АН УССР), куйбышевского проф. К. Б. Аширова (Куйбышевский политехнический институт), грузинского ученого М. Ф. Дзвеляя (Институт палеобиологии АН Груз. ССР), минского геолога А. В. Кудельского (Институт геологии и геофизики АН БССР) и грозненского нефтяника В. А. Станулиса (Промышленное объединение «Грознефть»).

С интересом был заслушан доклад акад. Ш. Ф. Мехтиева, З. А. Буниат-Заде и А. А. Нариманова на тему «Особенности формирования и условия залегания нефтегазовых скоплений Западного шельфа Южного Каспия», в котором была представлена накопленная к настоящему времени богатая и во многом уникальная информация о геологическом строении весьма значительного по мощности и выявленной нефтегазоносности среднеплиоцен-современного комплекса вскрытых здесь отложений, все еще характеризующегося и весьма высокой перспективностью. В докладе на основе новых данных по нефтегазовым местоскоплениям Западного шельфа Южного Каспия были рассмотрены такие важные особенности их формирования, как история формирования поднятий — «ловушек», пути и фазы миграции углеводородов и время образования их залежей,

а из условий залегания нефтегазовых местоскоплений были освещены новые данные по коллекторским свойствам вскрытых на больших глубинах пород и температуре и давлению на этих глубинах.

Заслушанные доклады и сообщения явились убедительным свидетельством значительных достижений советских ученых и нефтяников в решении рассмотренных на совещании актуальных проблем современной нефтегазовой геологии. Вместе с тем было показано, что несмотря на достигнутые в последнее время определенные успехи в проведении теоретических и экспериментальных исследований в разработке основных вопросов генезиса нефти и газа и различных аспектов миграции и аккумуляции этих полезных ископаемых в недрах Земли и расширение и обогащение методики полевых и лабораторных исследований, в нашей стране все еще имеет место, с одной стороны, недостаточное оснащение лабораторий большинства научно-исследовательских учреждений современным оборудованием по изучению геохимии нефти и газа, а с другой — недостаточный объем исследований в области моделирования природных условий синтеза и метаморфизма нефти и газа с привлечением математических методов и ЭЦВМ.

Подчеркнув, что в большинстве заслушанных докладов были представлены также новые конкретные разработки и рекомендации прикладного значения, имеющие важное значение в деле поиска новых нефтегазовых скоплений, совещание рекомендовало опубликовать материалы пленарных заседаний в виде отдельного сборника, что позволит ознакомить широкий круг геологов-нефтяников с решениями рассмотренных проблем и вопросов и с практическими рекомендациями.

Совещание также рекомендовало направлять и в дальнейшем исследования по проблемам происхождения нефти и газа, их миграции и закономерностей образования и размещения нефтегазовых скоплений как на решение этих дискуссионных ключевых теоретических проблем нефтегазовой геологии, так и на обеспечение важнейших практических задач, поставленных перед нефтегазодобывающей промышленностью страны историческими решениями XXVI съезда КПСС.

Литература

1. Происхождение нефти и газа, миграция и закономерности образования и размещения нефтяных и газовых залежей, ч. 1. Теоретические вопросы нефтегазовой геологии. Львов, 1981.
2. Происхождение нефти и газа, их миграция и закономерности образования

и размещения нефтяных и газовых залежей, ч. 2. Нефтегазоносные провинции СССР и некоторых зарубежных стран. Львов, 1981.

З. А. Буниат-Заде.

ХРОНИКА

НАУЧНАЯ ПОЕЗДКА АЗЕРБАЙДЖАНСКИХ ГЕОГРАФОВ ВО ФРАНЦИЮ

В соответствии с решениями Межправительственной комиссии по научно-техническому и экономическому сотрудничеству между Советским Союзом и Францией Академия наук СССР и Национальный центр научных исследований Франции в течение ряда лет разрабатывают совместную научно-исследовательскую программу по проблемам конструктивной географии молодых горных стран «Альпы—Кавказ». С советской стороны работы возглавляет Институт географии АН СССР. Первый этап этой программы был посвящен сравнительному анализу гумидных горных систем Западных Альп, Западного и Центрального Кавказа и завершился крупной обобщающей монографией, опубликованной на русском и французском языках и получившей высокую международную оценку.

В 1981 г. начался второй этап советско-французской программы, посвященный проблемам формирования природных условий, ресурсного потенциала и особенностей хозяйственного освоения аридных горных систем «Южные Альпы — Восточный Кавказ». В соответствии с решениями XVII сессии Межправительственной комиссии в конце июня 1981 г. во Францию выезжала делегация советских ученых во главе с академиком И. П. Герасимовым. В ней приняли участие географы Москвы, Азербайджана, Грузии и Дагестана. В течение двух недель были совершены экспедиционные поездки общей протяженностью 1600 км, позволившие ознакомиться с конурбацией Лазурного берега (Ницца, Монако, Канни), проблемами физической, экономической и социальной географии Южных, Понморских и Высоких Альп, Преальп Прованса, Дофине и Кастельяне (бассейны Вара, Дюранса, Вердона, Роны). Маршруты были подготовлены географами университетов Ниццы и Экс-Марселя. В них приняли участие также известные ученые Франции, как Ж. Дреш, Ж. Нико, И. Бравар, Б. Барбье, знатоки географии Альп П. и Ж. Габер, М. Жульен, М. Жорда, А. Дугедрау, П. Карре-

га, Ж. Мартин, А. Репараз, К. Дурбиано и другие. Были осмотрены интересные природные и хозяйственные объекты, отдельные города, населенные пункты, сельские коммуны, фермы, гидротехнические сооружения, центры рекреации и т. д. Особую ценность представляли научные дискуссии в поле, которые позволяли сблизить многие позиции кавказской и альпийской географических школ, обменяться методикой и научными результатами исследований.

Экспедиционные поездки по Французским Альпам дали азербайджанским географам обширный материал для сравнительного анализа. Альпы в геологии, геоморфологии, гляциологии, палеогеографии, биогеографии давно стали эталоном так называемых «альпийских канонов». Однако советские ученые до последнего времени были мало знакомы или вообще не знакомы с теми конкретными природными объектами, которые послужили базой для «альпийских канонов». Проведенные исследования позволили в известной мере восполнить этот пробел, оценить достижения альпийской географической школы и их применимость к своеобразным природным условиям Кавказа, а в ряде случаев критически отнестись к имеющимся обобщениям по Альпам.

В кратком обзоре трудно дать всеобъемлющий анализ полученных научных результатов. Поэтому мы остановимся лишь на некоторых вопросах общего порядка.

Данные французских геологов и геоморфологов и полученные в ходе симпозиума материалы показывают огромную роль покровных образований (шарьяжей) в формировании морфоструктуры Французских Альп. Крупные горизонтальные перемещения, находящие прямое отражение в горном рельефе, происходили на протяжении всего неогена, а также отмечаются в четвертичное время и на современном этапе. Следует отметить, что новые подходы теории литосферных плит позволяли более полно объяснить основные особенности тектогенеза и морфогенеза Альп, чем это

делалось ранее только с позиций геосинклиальной теории. На Кавказе сейчас также происходит пересмотр теоретических представлений, однако среди геоморфологов он находится еще в начальной стадии.

Опыт Французских Альп показывает большую перспективность применения плитектоники к анализу рельефа Кавказа в целом и Азербайджана в частности.

Значительную роль в оформлении генерального плана рельефа Французских Альп играли крупные блоковые морфоструктуры, их горизонтальные и ротационные перемещения, благодаря которым сформировались знаменитые альпийские дуги, вдоль которых закладывалась гидрографическая сеть и основные элементы орографии. Система морфоструктурных дуг на неотектоническом этапе была интенсивно приподнята (до 2—4 км), раздроблена и усложнена. Нам кажется, что роль неотектонических движений (в том числе вертикальных) во многом недооценивается при геоморфологическом анализе рельефа Альп, хотя французская геоморфологическая школа имеет большие достижения в изучении разнообразных литоскульптурных форм. Выявились известные различия в понимании структурной геоморфологии на Кавказе и в Альпах: в первом случае объектом ее изучения принимаются активные тектонически предопределенные морфоструктуры, а во втором — преимущественно отпрепарированные пассивные литоскульптуры. Маршрутные поездки позволили ознакомиться с большим разнообразием морфологической выраженности покровных образований, которые не всегда получают соответствующую геоморфологическую интерпретацию.

Альпы издавна служили колыбелью изучения древнего и современного оледенения гор. Однако наиболее хорошо изучены вюрмское и рисское оледенения, которые имели в Альпах (благодаря смещению туда зоны циклонов) гораздо большее распространение, чем на Кавказе, и оставили очень яркие следы в рельефе. В то же время возникла дискуссия о максимальных стадиях вюрма в бассейнах Вара (450 м абс.) и Дюранса (700—750 м абс.). Аналогичная дискуссия в 50-х годах оживленно проходила и на Кавказе. С позиции кавказских геоморфологов выделение указанных стадий в известной мере спорно: осмотренные нами «ригели» могут иметь тектогенное, а не только гляциальное происхождение. Количество стадий отступления вюрмских ледников (5—6) в целом аналогично выделяемым на

Кавказе. Французские геоморфологи достигли больших успехов в изучении пригляциальных форм рельефа и их возрастной датировки. В частности, важное морфостратиграфическое значение имеют разновозрастные склоновые брекчии, роль которых в рельефообразовании Кавказа иногда недооценивается.

Из других проблем геоморфологии и палеогеографии хотелось бы отметить постоянные дискуссии о формировании ярусных поверхностей выравнивания в горах. К сожалению, здесь не было достигнуто единства мнений: как среди французских, так и среди советских геоморфологов остались сторонники концепций как единой деформированной поверхности, так и множественности поверхностей выравнивания. Во Французских Альпах существенную роль в морфогенезе играли карстовые процессы. В частности, карстовое происхождение, по данным Ж. Нико, имеет Главный каньон Вердона.

Важное место в работе симпозиума занимали проблемы ландшафтоведения и охраны природы. Дело в том, что в результате длительного хозяйственного освоения естественные ландшафты во Французских Альпах почти не сохранились, а оставшиеся подверглись существенному антропогенному преобразованию. В этом отношении Альпы могут служить достаточно негативной моделью возможного будущего развития природы Кавказа при условии недостаточных мер по ее охране. В результате общей мягкости климата, близости к морю и антропогенных преобразований вертикальные пояса во Французских Альпах выражены менее четко, чем на Кавказе, границы между ними представлены широкими переходными полосами, а высотные пределы сильно варьируют в разных горных массивах и на склонах различной экспозиции. Средиземноморский пояс предгорий почти нигде не сохранился. Особенно сильно пострадали от вырубок горные леса, которые замещались полями и пастбищами. Большинство горных департаментов сейчас обезлесено. В то же время довольно успешно проводится лесовосстановление, хотя подбор пород и их ландшафтное размещение не всегда были рациональными. Нам были продемонстрированы лесные хозяйства с опытом лесовосстановления более 100 лет и успешными противозерозионными результатами в селеносных бассейнах.

Альпы отстают от Кавказа в части создания сети природных заповедников и заказников. В основном создано несколько государственных национальных

парков, из которых Меркантур имеет площадь 70 тыс. га. Кроме того, имеются небольшие коммунальные парки, например, Керси — 50 га, подобные нашим заказникам.

Из социально-экономических проблем наше внимание привлекла проблема депопуляции Альп. В послевоенные годы горное земледелие и скотоводство не выдержали конкуренции в условиях товарного производства и стали приходить в упадок. В результате кризиса многие крестьянские хозяйства разорились. Население в горных департаментах сократилось почти вдвое, причем ряд наиболее высокогорных селений прекратил свое существование. Площадь обрабатываемых земель в среднегорной зоне резко сократилась. Товарное сельское хозяйство получило наибольшее развитие в предгорной зоне, где оно пошло по пути узкой специализации, широкой мелиорации, механизации и укрупнения хозяйства. При современном ведении хозяйства гектар пашни дает здесь в 5—6 раз больше продукции, чем в горах.

На фоне быстрой деградации горного земледелия и глубокой трансформации сельского хозяйства появился новый мощный фактор, коренным образом меняющий территориальную структуру хозяйства и расселения — использование высокогорных районов Альп для рекреации и туризма. Созданием баз туризма и отдыха заняты крупные национальные и транснациональные объединения, которые также заинтересованы в разорении крестьянских хозяйств с целью скупки земельных участков. В высотном поясе 1500—2000 м строятся крупные спортивно-туристические центры, состоящие из комфортабельных современных отелей и многоквартирных домов и рассчитанные на одновременный прием сразу нескольких десятков тысяч посетителей. Развитая сеть асфальтированных шоссе делает высокогорные районы Альп легко доступными для туристов и отдыхающих. В настоящее время среди жителей близлежащих преальпийских городов (Марсель, Лион, Ницца, Тулон, Экс-Прованс и др.) растет тенденция к приобретению летних домов в горах, скупке квартир в горных отелях. Эта тенденция способствует закреплению части мест-

ного населения, перестройке инфраструктуры хозяйства, превращению некоторых горных селений в дачные поселки. Рекреационное освоение высокогорных районов Восточного Кавказа не зашло пока столь далеко. Однако создание здесь крупных комфортабельных центров круглогодичного отдыха и туризма в сочетании с дачным использованием национальных селений представляется весьма перспективным для развития экономики и повышения эффективности сельского хозяйства.

Индустриализация сельского хозяйства предгорных районов Прованса во многом способствует развитию гидроэнергетики. Так, например, долина Дюранса почти полностью зарегулирована, в ней сооружено более 20 ГЭС и еще 5 станций проектируется. Мы посетили два крупных водохранилища: Серр-де-Понсон в долине Юбая и Сент-Круа в низовьях Вердона, входящих в единую энергосистему Прованса. Участники симпозиума были приняты руководством компании Прованского канала — крупной водохозяйственной системы, включающей 220 км магистральных каналов и около 3000 км вспомогательных сооружений.

Подводя научные итоги поездки азербайджанских ученых в составе делегации советских географов во Францию, следует отметить, что они являются весьма плодотворными. Французские коллеги оказали теплый дружеский прием, хорошо подготовили полевые поездки, снабдили разнообразными рабочими материалами. В июле 1982 г. состоялась ответный визит делегации из 10 французских географов на Восточный Кавказ, в том числе в Северо-Восточный Азербайджан. Результаты работ совместной советско-французской исследовательской программы «Южные Альпы — Восточный Кавказ» предполагается обобщить в форме монографии, а отдельные результаты подготовить в виде научных докладов на XXV Международном географическом конгрессе, который состоится в 1984 г. во Франции.

**Б. А. Будагов, Д. А. Лилленберг,
А. А. Надилов, Н. Ш. Ширинов.**

ХРОНИКА

НАУЧНАЯ СВЯЗЬ

(о поездке в Индию)

С 10 по 27 декабря 1980 г. советская делегация (представители Института географии АН СССР, Института водных проблем СССР, Института географии АН Грузинской ССР и Института экономики и географии АН Азербайджанской ССР всего 9 ученых) принимала участие в работе Индо-Советского симпозиума «Рациональное использование и сохранение возобновимых природных ресурсов для регионального развития».

Поездка явилась ответным визитом советских ученых и продолжением работы первого советско-индийского симпозиума, состоявшегося в 1978 г. в Москве, Тбилиси и Баку.

Работа советской делегации состояла из двух частей: 1) участие в пленарных заседаниях, проводимых в Дели во дворце заседаний Вигуан Бхаван (Viguan Bhawan) и 2) поездка по стране по маршруту Дели—Джайпур—Агра—Алигарх—Рампур—Наинитал—Рамнагар—Дели.

Пленарные заседания проводились с 10 по 15 декабря. В своих выступлениях индийские коллеги останавливались главным образом на вопросах о современном состоянии развития Индии, в связи с использованием природных ресурсов, об уровне использования почвенных, растительных, климатических ресурсов, о состоянии охраны природы и рационального использования природных ресурсов. Особо подчеркивали они низкий уровень использования богатых ресурсов Индии, старались раскрыть социально-экономические причины отставания в этой области.

В своем выступлении проф. Нурул Хасан приводил слова Индиры Ганди о том, что главным загрязнителем в индийском обществе и природе является бедность, а не развитие.

Индийские ученые направляют свои усилия на то, чтобы Индия развивалась быстрее и всесторонне, ее ресурсы были использованы лучше, чтобы страна могла обеспечить народ работой и угрозы голода не было. Многие ораторы выступали против теорий и предложений западных идеологов о том, что

третьи страны не должны развиваться, а механизация на селе и индустриализация в городе приведет к еще большей безработице. Очень удачно сказал проф. Мунис Раза, один из организаторов симпозиума: «В мире нет бедных или богатых районов, есть районы, где природные ресурсы используются хорошо или максимально, и напротив, плохо или вовсе не используются».

12 декабря первая половина дня была посвящена обсуждению агроклиматических факторов регионального развития. С индийской стороны были представлены два доклада на тему: «Методы агроклиматического районирования» (докладчики: проф. В. П. Субрахаманиан из отдела метеорологии и океанографии университета в Андрхе, штат Андрха-Прадеш и проф. Х. П. С. Мави из Пенджабского сельскохозяйственного университета, Лудхiana) Вместе с тем, судя по докладам, авторы пока не составили карты агроклиматического районирования своих штатов. При беседе с ними выяснилось, что они хотели бы составить такие карты подобно нашей карте «Агроклиматического районирования Азербайджанской ССР» (масштаб 1:600 000), которая демонстрировалась в зале заседания.

Наш доклад «Агроклиматические ресурсы в региональном развитии», судя по заданным многочисленным вопросам, вызвал интерес индийских специалистов.

Во время обсуждения на пленарном заседании вопроса об агроклиматических ресурсах и их рационального использования было отмечено сходство взглядов индийских и советских специалистов о необходимости дальнейшего расширения исследований в области биоклиматического потенциала, дальнейшего совершенствования методики районирования, углубления работ с целью разработки новых агроклиматических показателей с учетом особенностей южных широт.

Участники симпозиума выразили желание приблизить работы агроклиматологов к конкретным задачам и вопросам земледелия, усилить исследования по агрокли-

матической оценке условий и ресурсов ведущих высокопродуктивных сельскохозяйственных культур, оказать помощь экономистам, органам планирования и ведения сельского хозяйства.

Поскольку значительную часть Советского Союза и Индии занимают горы, то была подчеркнута важность дальнейшего расширения исследований по агроклиматическим ресурсам близких по природным условиям горных территорий обеих стран (Закавказье, Средняя Азия, Гималаи) на основе согласованной методики исследования, возможно, и унифицированной системы таксономических единиц.

В докладах и выступлениях указывалось, что необходимо расширить совместные работы ученых двух стран, усилить борьбу против опустынивания и улучшить использование огромных термических ресурсов пустынных и полупустынных районов, добиться оптимизации климата в приземном слое воздуха.

Доклады и выступления советских специалистов вызвали огромный интерес у индийских ученых, которые отмечали целесообразность дальнейшего сотрудничества и заимствования советского опыта при изучении и решении вопросов рационального использования природных ресурсов в региональном развитии.

Поездка по указанному выше маршруту была насыщенной, она сопровождалась встречами с местными специалистами, посещением заповедников, ознакомлением с местными ландшафтами, отдельными хозяйствами и культурными мероприятиями.

Первое, что бросалось в глаза — это засушливость климата, полупустынные ландшафты западных районов штата Раджастан, по некоторым общим чертам напоминающие Кура-Араксинскую низменность и территорию Нахичеванской АССР. Почти по всему маршруту встречались мелкие крестьянские участки. Обращает внимание на использование в западной части штата кулисных оград из камыша между этими участками. Видимо, местные крестьяне используют эти ограды не только для возделывания своего участка, но и для создания более благоприятных микроклиматических условий, уменьшения силы ветра и испарений с поверхности почвы. Отметим, что подобные кулисные ограды, часто с использованием и других растений, применяются и у нас на Апшеронском полуострове, в некоторых районах Средней Азии и Казахстана.

Хорошее впечатление оставило посещение Сельскохозяйственного универси-

тета в Пантнагаре, созданного в 1960 г. по инициативе Джавахарлала Неру. Университет имеет образцовое хозяйство для данной зоны, которое оказывает большую помощь фермерам окружающих районов. Главные культуры — рис, кукуруза, сахарный тростник и свекла, бобовые, пшеница, джовар, рапс и др.

Главная задача университета на данном этапе его работы заключается не только в повышении урожайности возделываемых культур, но и в ее стабилизации. Интерес представляет гибрид пшеница—рис, полученный сотрудниками университета.

В беседе руководство университета (Ананд Шаруп) отметило, что он является первым в Индии учебным заведением такого типа, и ученики его явились пионерами зеленой революции в Индии. Ананд Шаруп выразил желание усилить кооперацию с соответствующими учреждениями в СССР. Интересно и то, что в университете помимо 2500 студентов и 500 преподавателей имеется 100 чел. распространителей опыта.

В Гималаях наше внимание привлекло сильное развитие эрозионных процессов. Вместе с тем некоторые склоны здесь очень хорошо террасированы и используются для земледелия. Тропический фундаментный пояс распространяется до высоты 1200—1300 м над уровнем моря. Об этом свидетельствует наличие банана, манго и других растений, а несколько выше, в субтропиках встречались лимонные и мандариновые деревья.

Возможно, что верхняя граница субтропиков здесь проходит на высоте примерно 1500—1600 м (для сравнения скажем, что на южном склоне Большого Кавказа она поднимается до высот 500—650 м над уровнем моря).

В Гималаях мы обнаружили следы очень интересного природного явления: стекание холодного (морозного) воздуха по горным ущельям вниз в сторону равнин. В районе Раникет и ниже в горных ущельях почти везде (вдоль ущелья) листья деревьев были высохшие, а на гребнях и склонах они остались невредимыми. Этот микроклиматический эффект настораживает тем, что в результате расстройств лесов и их уничтожения климат в среднегорной и предгорной частях Гималаев может измениться в худшую сторону и затруднить условия выращивания субтропической, местами даже тропической растительности.

Определенные успехи имеет Индия в области охраны природы. Мы посетили ряд заповедников и заказников, где хорошо поставлена работа по сохранению

естественных условий для диких животных и птиц, по изучению их жизни.

Вместе с тем работа по сохранению лесов и чистоты атмосферного воздуха в крупных городах неудовлетворительна. Последнее имеет свои социально-экономические корни. Например, при нынешнем расселении в Дели, Джайпуре, Агре и других городах Северной Индии и недостатке нормальных жилищных условий (с соответствующей отопительной системой) не может быть и речи об устранении смога, который имеет четко выраженный суточный ход (усиление его в холодной части суток в связи с мно-

гочисленными кострами, кухонным дымом и поднятой мелким транспортом пылью в конце рабочего дня). Малоэффективными являются меры, принятые по сохранению лесов в Гималаях.

В заключение отметим, что поездка в Индию оказалась для нас очень интересной. Она показала также, что наш опыт по изучению агроклиматических ресурсов территории Азербайджана может быть полезным, если будет продолжено дальнейшее сотрудничество с индийскими коллегами.

А. Д. Эйюбов

ПОТЕРИ НАУКИ

НУРЕДДИН КЕРЕМОВИЧ КЕРЕМОВ

(1911—1981 гг.)

13 августа 1981 г., в возрасте семидесяти лет, скончался один из видных ученых физикогеографов Азербайджанской ССР, доктор географических наук, профессор, заслуженный деятель науки Азербайджанской ССР Нуреддин Керемзаде Керемов.

Окончив в 1938 г. географический факультет Азербайджанского педагогического института им. В. И. Ленина с дипломом первой степени, Керемов Н. К. был оставлен на кафедре физической географии преподавателем. Дальнейшая плодотворная научно-педагогическая деятельность его была связана также с Азгосуниверситетом им. С. М. Кирова. В этом же году он стал заведующим кафедрой физической географии Азгосуниверситета им. С. М. Кирова — географического факультета при пединституте им. В. И. Ленина. Здесь, обобщив опыт, знания и талант исследователя, он завершил свою многолетнюю работу, защитив диссертацию на соискание ученой степени доктора географических наук, на тему: «Ландшафты и физико-географические районы Большого Кавказа». В 1968 г. ему было присвоено ученое звание профессора. Избрав себе одну из актуальных областей физической географии — ландшафтоведение, он вел среднемасштабную ландшафтную съемку Азербайджанской части Большого Кавказа. Его работы «К вопросу теории и истории развития ландшафтоведения», «Основные типы и состав ландшафтной зональности Большого Кавказа», «Классификация ландшафтов азербайджанской части Большого Кавказа», «Физико-географическое районирование Азербайджанской ССР» и другие имеют значительную научную ценность. Одна из плодотворных областей его творческой деятельности была связана с историей географической науки. Его труды о путешествиях Г. З. Ширвани («Жизнь в пути», «40 лет в путешествиях», «Путешествие Гаджи Зейналабдина Ширвани» и др.), А. А. Бакиханова («Путешествие Гудси»), А. Хагани, М. Гади и другие получили всеобщее признание.

Особенно значителен его вклад в дело подготовки кадров географов как в АПИ им. В. И. Ленина, так и в Азгосуниверситете им. С. М. Кирова. Составление программ и учебников по географии для вузов, редактирование учебников для средней школы не обходились без его участия. Он принимал также активное участие в подготовке высококвалифицированных специалистов-географов, кандидатов географических наук.

Профессор Н. К. Керемов был делегатом всех съездов ГО СССР, участником многих симпозиумов, научных сессий, на которых он выступал с интересными докладами. В качестве члена рабочего ученого совета Азербайджанского педагогического института им. В. И. Ленина, географического факультета, специализированных ученых советов при Институте географии АН Азербайджанской ССР и геолого-географическом факультете АГУ им. С. М. Кирова, научно-методического совета Министерства просвещения СССР, а также в качестве председателя секции «Истории географии» географического общества Азербайджанской ССР он вел большую плодотворную работу.

МҮНДЭРИЧАТ

Ш. Ф. Мехдијев, З. Э. Бунјадзадэ, А. Э. Нариманов. Чэнуби Хээрин гэрб шелфинин чох дэрин горизонтларынын нефт-газлылыгы һаггында	3
Ф. Г. Дадашов, А. М. Дадашов, И. С. Гулијев, Ј. Б. Галант. Филлизчай-колчедан полиметал јатагынын газлылыгы	11
М. М. Алијев, В. М. Харитонов. Дагыстанын үст сеноман чөкүнтүлэриндэки јени иносерам комплекси һаггында	18
Ј. В. Ризниченко, Ф. Т. Гулијев, Т. Э. Исмајылзадэ, А. М. Рутман. Азербайчанын кеофизики саһэлэри илә сејсмик активлијин чохөлчүлү ризаи модели	25
Б. В. Григорјантс, Ад. А. Элијев, Л. А. Амбарсумов, А. Д. Бабазадэ, М. Г. Мустафајев. Чэнуби-шэрги Гафгазда өртүк тектоникасынын тэзаһүрлэри һаггында јени мэдуматлар	32
Г. В. Мустафајев, Ш. Е. Бабајев. Бөјүк вэ Кичик Гафгазын мис-полиметал вэ мис-молибден јатагларынын кластер-анализ методу илә тэснифаты	38
Ч. Н. Суваров, Н. Ч. Чэфэров. Нефтя дојмуш сүхурлар вэ сульфид минераллы сүхурларынын комплекс електрик хассалэринин тэдгигат нэтичэлэри	45
А. И. Хэлилов, Е. К. Элакбэров, С. С. Вэлијев. Хээрин һолотсен тарихинин бэзи проблемлэри	54
Ј. М. Баширов, О. А. Маркарова, В. А. Вэлијева. Абшерон архипелагынын нефт вэ газлылыг перспективлији	58
А. Ч. Исмајылзадэ. Кичик Гафгазын офиолит комплексиндэки габбронидлэрин петрологи хусусијэтлэри	63
В. С. Афанасјев, И. С. Гулијев, Ф. Г. Дадашов, В. М. Колобашкин, М. И. Котова, И. М. Назаров, А. И. Нахутин, А. И. Попов, А. В. Пышнов, А. А. Фейзуллајев, Ш. Д. Фридман. Атмосфер-торпаг вэ атмосфер-гидросферанын ајрылма сэрһэддиндэ СО ₂ мүбадилэсинин өјрэнилмэсинэ даир	71
Б. А. Балакишијева, Т. Н. Рашидова, Н. С. Владимирова, Л. П. Ухова. Азербайчанын минерал су мэнбэлэриндэ минерал эмэлэжэлмэнин физики-химјэви шэраити	76
Ф. Ф. Эһмэдбэјли. Гусар-Дэвэчи чөкэји мезозой вэ кайнозой чөкүнтүлэри гырышыг структурунун эмэлэ кэлмэсиндэ горизонтал һэрэкэтлэрин ролу	87
Р. Х. Мирзэјев, Н. И. Маһмудбэјова, Е. Н. Зейналова. Азербайчанда бактериологи јуууламу усулу илә элван металлар истехсалынын перспективлији	93
А. Э. Рэһимли. Кичик Гафгазын Сантон чөкүнтүлэринин нанопланктон галыглары (Азербайчан)	99
Л. А. Порошина. Pseudoepistominella (foraminifera) чинсинин систематик мөвгеји һаггында	103
Т. С. Эмирасланов. Гравиметрик мэдуматлара эсасан һэјэчанландырычы күтэлэрин параметрларинин ЕНМ-дэ гэјини	108
Н. М. Сэлимханов. Кичик Гафгазын шимал-шэрг һиссэсиндэ филлизлаш-мэ мэрһэлэ вэ проселэри (Азербайчан ССР)	116
Ф. К. Фэрэчуллајева. Пирсаатчай вадисинин јералты суларынын гидрогеоложи эмэлэжэлмэ шэраити	125
Хроника	
З. Э. Бунјадзадэ. Нефть вэ газын эмэлэ кэлмэси. Онларын миграцијасы вэ нефть вэ газ јатагларынын эмэлэжэлмэ вэ јерләшмэ ганунаујундуглары	131
Б. А. Будагов, Д. А. Лилиенберг, А. А. Надиров, Н. Ш. Ширинов. Азербайчан чографијашунасларынын Франсаја елми сэфэри	134
Елмин иткиси	
А. Д. Ејјубов. Елми элагэ (Һиндистан сэфэри һаггында)	137
Нурэддин Керэмов Керэм оғлу (1911—1981-чи иллэр)	140

СОДЕРЖАНИЕ

Ш. Ф. Мехтиев, З. А. Буннат-заде, А. А. Нариманов. О возможной нефтегазоносности сверхглубокозалегающих горизонтов западного шельфа Южного Каспия	3
Ф. Г. Дадашев, А. М. Дадашев, И. С. Гулиев, Ю. Б. Галант. Газоносность Филлизчайского колчеданно-полиметаллического месторождения	11
М. М. Алиев, В. М. Харитонов. О новом комплексе иносерамов из верхнесеноманских отложений Дагестана	18
Член-корр. АН СССР Ю. В. Ризниченко, Ф. Т. Кулиев, Т. А. Исмаил-заде, А. М. Рутман. Многомерные математические модели связей сейсмической активности с геофизическими полями в Азербайджане	25
Б. В. Григорьянц, Ад. А. Алиев, Л. А. Амбарцумов, А. Д. Бабазаде, М. Г. Мустафаев. Новые данные о проявлениях покровной тектоники на Юго-Восточном Кавказе	32
Г. В. Мустафаев, Ш. А. Бабаев. О типизации медно-полиметаллических и медно-молибденовых месторождений Большого и Малого Кавказа методом кластер-анализа	38
Д. Г. Суваров, Х. Д. Джафаров. Результаты комплексных исследований электрических параметров нефтенасыщенных пород и пород с вкраплениями сульфидных минералов	45
А. И. Халилов, Э. К. Алекперов, С. С. Велиев. Некоторые проблемы истории Каспия в голоцене	54
Я. М. Баширов, О. А. Маркарова. Перспективы нефтегазоносности Апшеронского архипелага	58
А. Д. Исмаил-заде. Петрологические особенности габбронидов офиолитового комплекса Малого Кавказа	63
В. С. Афанасьев, И. С. Гулиев, Ф. Г. Дадашев, В. М. Колобашкин, М. И. Котова, И. М. Назаров, А. И. Нахутин, А. И. Попов, А. В. Пышнов, А. А. Фейзуллаев, Ш. Д. Фридман. К изучению обмена СО ₂ на границе раздела атмосфера-почва и атмосфера-гидросфера	71
Б. А. Балакишева, Т. Н. Рашидова, Н. Ц. Владимирова, Л. П. Ухова. Физико-химические условия минералообразования в водах минеральных источников Азербайджана	76
Ф. Ф. Ахмедбейли. Роль горизонтальных движений в формировании складчатой структуры мезозойских и кайнозойских отложений Кусаро-Дивичинского прогиба	87
Р. Х. Мирзоев, Н. И. Махмудбекова, Э. Н. Зейналова. Перспективы бактериального выщелачивания цветных металлов, как одного из геотехнологических методов добычи полезных ископаемых на месторождениях Азербайджана	93
А. А. Рагимли. Нанопланктон сантонских отложений Малого Кавказа (Азербайджан)	99
Л. А. Порошина. О систематическом положении рода Pseudoepistominella (Foraminifera)	103
Т. С. Амирасланов. Определение параметров возмущающих масс на ЭВМ по гравиметрическим данным	108
Н. М. Селимханов. Этапы и процессы рудообразования северо-восточной части Малого Кавказа (Азербайджанская ССР)	116
Ф. К. Фараджуллаева. К гидрогеологическим условиям формирования подрусловых вод долины реки Пирсагат	125
Хроника	
З. А. Буннат-заде. Происхождение нефти и газа, их миграция и закономерности образования и размещения нефтяных и газовых залежей	131
Б. А. Будагов, Д. А. Лилиенберг, А. А. Надиров, Н. Ш. Ширинов. Научная поездка азербайджанских географов во Францию	134
А. Д. Эйюбов. Научная связь (о поездке в Индию)	137
Потери науки. Нуреддин Керемович Керемов (1911—1981 гг.).	140

Сдано в набор 12/IV-82 г. Подписано к печати 21.10.1982 г.
ФГ 17595. Формат бумаги $70 \times 100^{1/16}$. Бумага типографская № 1.
Гарнитура шрифта академич. Печать высокая. Печ. лист 12,6. Уч. изд. лист 11,25.
Тираж 580. Заказ 127. Цена 1 руб. 20 коп.

Издательство «Элм».

370143 Баку-143, проспект Нариманова, 31, Академгородок, Главное здание
Типография АН Азерб. ССР. Баку, проспект Нариманова, 31.

1 ман. 20 гэд.
руб. коп.

Индекс
76397