ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА

© А.Д.Исмаил-Заде, 2006

ПЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПРОЦЕССА ГИБРИДИЗМА В МЕЗОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДНЫХ ИНТРУЗИВАХ МАЛОГО КАВКАЗА

А.Д.Исмаил-Заде

Институт геологии НАН Азербайджана
AZ 1143, Баку, просп. Г. Джавида, 29А

Петролого-геохимическими исследованиями для плутонического комплекса мезозойских полифазных и полифациальных гранитоидных интрузивов габбро – диорит – гранодиорит – плагиогранитового ряда устанавливается плагиогранит – лейкогранитовый состав исходного магматического расплава (I фаза) с последующей в условиях глубинной ассимиляции вещества коры дифференциацией до гранодиоритов – тоналитов. Последние в гипабиссальных условиях при взаимодействии с ультраосновной пластиной образовали гибридные породы от адамеллитов, диоритов и кварцевых диоритов (II фаза) до габбро, габбро-норитов, норитов. Габброиды при этом являются уже не интрузивной фазой, а гибридизированными фрагментами ультраосновных пород, вынесенными в процессе внедрения гранитоидных интрузивов. Геолого-геофизическими и петрологическими данными обосновывается наличие аллохтонной ультраосновной пластины между консолидированным доальпийским фундаментом и мезозойским вулкано-плутоническим комплексом.

В пределах северо-восточного склона Малого Кавказа широким развитием пользуются мезозойские вулканогенные образования, которые совместно с гранитоидными интрузивами средне- и позднеюрского возраста составляют единый вулкано-плутонический комплекс (Абдуллаев, 1963; Абдуллаев и др., 1988; Курбанов и др., 1978; Мустафаев, 1977). Для всех интрузивов исследователями принимается полифазность, полифациальность и гибридизм, однако рассмотрение их фазовости и гибридизма по отдельным массивам не способствует выявлению закономерностей их проявлений в процессе формирования плутонического комплекса в целом.

Мезозойские гранитоидные интрузивы развиты в пределах Лок-Гарабахской и Кафанской зон (таб.1), представлены в пределах осложняющих их поднятий и прогибов различными фациями в ряду габбро-диорит – кварцевый диорит – тоналит – гранодиорит – плагиогранит. Местами наблюдается закономерность в пространственно-временном распределении фациальных типов интрузивов. Так, в пределах расположенного вкрест простиранию Лок-Гарабахской зоны Шамкирского поднятия, на северо-востоке, развиты интрузивы среднеюрских плагиогранитов (Атабекский и Гильянбирский), вокруг них и далее на юго-запад – интрузивы позднеюрских кварцевых диоритов, диоритов, менее – гранодиоритов (Гядабейский, Барумский, Габахтепинский), а затем ближе к Мровдагскому хребту (южнее располагается Севано-Акеринская меланжевая офиолитовая зона) наблюдаются выходы мелких интрузивных тел габбро-диоритового состава. В верховьях р. Шамкирчай в полосе сопряжения Шамкирского поднятия с Дашкесанским прогибом среди раннебайосского вулканогенного комплекса отмечается небольшой выход (100х50 м) пикритов с дайкой пироксенита СЗ простирания.

С учетом данной пространственной закономерности, а также наибольшей представительности в проявлении фаз и фациальных типов (на территории Азербайджана) интрузивы Шамкирского поднятия и сопряженного с ним Дашкесанского прогиба - Атабекский, Гядабейский и Дашкесанский - рассмотрены в аспекте проявления процессов гибридизма и фазовости.

Таблица 1

Мезозойские гранитоидные интрузивы Малого Кавказа (по литературным данным)

№	Интрузивы	фациальные типы пород												
		Пл. км^2	Абс. возр. млн. лет	Пироксенит	Габбро-норит	Габбро	Габбро-диорит	Диорит	Кварцевый диорит	Тоналит	Гранодиорит	Гранит	Плагиогран.	Лейкогранит
среднеюрские														
плагиогранитовая формация														
1	Атабекский	80					x						I	x
2	Гильанбирский	20											I	x
3	Бердский	50	158						x				I	II
габбро–плагиогранитовая формация														
4	Бюлюльдузск.	60	156			I	x		x		x		II	x
позднеюрско–раннемеловые														
габбро-тоналитовая формация														
5	Алавердский	90					x	x	I	I				II
6	Габагтапинск.	15	135						I	I	x			
7	Гядабейский	42	141	x	x	I	x	x	II	II	x			
8	Мехманинский	75							I	I				
9	Мровдагск. гр.						x	x	I	I				
10	Цавский	30	120				x	x	I	I	x	II		
габбро-гранитовая формация														
11	Дашкесанский	40	143		x	I	x	x	x		II	II		
12	Уч-тапа	10	142								I	II		

Примечание: I, II - интрузивные фазы, (III фаза - дайки аплитовидных гранитов и IV фаза – дайки габбро-диабазов в таблице не приведены), x - установленные фации.

Атабекский интрузив располагается на ССВ Шамкирского поднятия и сложен преимущественно плагиогранитами, менее – лейкогранитами (I фаза) и локально – более ранними габбро-диоритами; несколько восточнее отмечается Гильанбирский интрузив аналогичного состава и возраста; промежуточные фации между ними представлены гранодиоритами и кварцевыми диоритами (интрузивы – Барумский, Габагтапинский и др.).

Гядабейский (Кедабекский) интрузив располагается южнее вышеотмеченных и сложен менее габброидами (I фаза) и преимущественно кварцевыми диоритами (II фаза); в переходной полосе к Атабекскому интрузиву развиты гранодиориты; отмечаются дайки габброидной и гранитоидной фаз (Керимов, 1963).

Выделяемый в данном интрузиве габброидный комплекс (I фаза) (Федоров, 1901; Керимов, 1963), по определению К.Н. Паффенгольца, фактически оказался «...сплошь биотит-роговообманковым кварцевым диоритом и лишь отдельные разности пород можно отнести к габброидам гибридного генезиса» (Паффенгольц, 1932).

Восточнее, в пределах Дашкесанского прогиба, отмечается вытянутый в субширотном направлении Дашкесан-Зурнабадский интрузив (рис.1), достаточно широко освещенный в литературе. Располагается он среди оксфорд-киммериджских вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород. В сложении его выделяются четыре фазы (Кашкай, 1965; Ахмедов, 1965; Шипулин, 1968):

I фаза - габброидная (габбро, габбро-нориты, нориты, габбро-диориты, кварцевые габбро и их гибридные разности);

II фаза - гранитоидная (диориты, кварцевые диориты, адамелиты, тоналиты, гранодиориты и их гибридные разности);

III фаза - гранит-аплитовая (аплиты, аляскиты, аплитовидные граниты);

IV фаза - самостоятельные малые интрузивы-дайки (габбро-диабазы, диабазы диабазовые порфириты).

В Дашкесанском интрузиве породы габброидной фазы отмечаются в виде крупных разрозненных фрагментов - блоков, приуроченных к контуру гранитоидного массива и внутренней части его, и мелких рассеянных ксенолитов. Они распространены также на большом пространстве и значительном удалении от интрузивов во вмещающих верхнеюрских (оксфорд-кимеридж) вулканогенном и вулканогенно-осадочном комплексах и, в целом, значительно уступают гранитоидам, занимающим до 90% объема интрузивного тела (Кашкай, 1965).

Гранитоиды второй фазы представлены адамеллитами, гранодиоритами, тоналитами, кварцевыми диоритами, диоритами. Адамеллиты и гранодиориты являются наиболее развитыми, слагают в основном массивы интрузивов и нередко выступают обособленно. Тоналиты и кварцевые диориты представляют собой краевые фации адамеллитовых и гранодиоритовых интрузивов, а в апикальных частях их отмечены граниты.

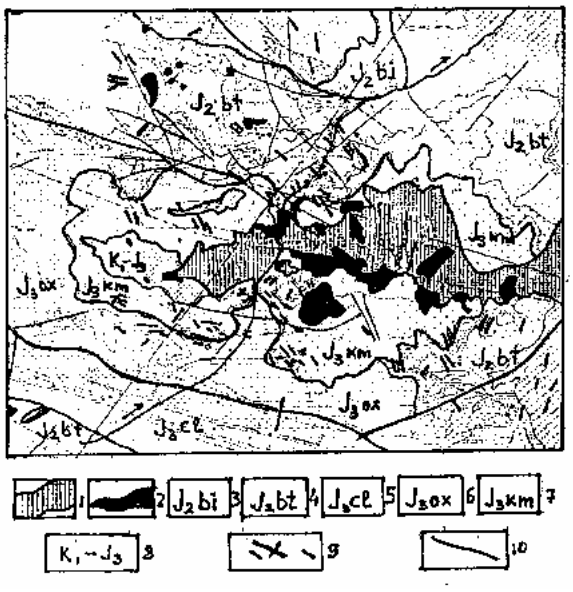


Рис. 1. Геологическая карта Дашкесана (Кашкай, 1965)
1 - гранитоидная фаза; 2 - габброидная фаза; 3 - байос: туфопесчаники, кварцевые порфиры и их туфы; 4 - бат: туффиты, диабазовые порфириты, агломератовые туфы; 5 - келловей: порфириты, песчаники; 6 - оксфорд: туфогенные породы; 7 - киммеридж: мраморизованные известняки; 8 - нижний мел-верхняя юра: диабазовые порфириты, туфы, туффиты; 9 - дайки основного состава, четвертая интрузивная фаза; 10 - линии тектонических разрывов

М.А.Кашкай (1965) отмечает широкое развитие гибридизированных разностей, приуроченных к контактам с габброидами и ко внутренним частям интрузива. Гибридный характер определенных разностей габброидов и гранитоидов принимается исследователями и для других мезозойских гранитоидов Малого Кавказа.

Третья фаза - аплитовидные граниты – развита в дайковых образованиях, рассекающих гранитоиды и габброиды. В зальбандах даек отмечается тонкая реакционная кайма – скарновые образования гранат-эпидотового состава. Количество даек нередко в пределах одного массива достигает 30.

Четвертая фаза - дайки и малые интрузивы габбро-диабазов диабазов и диабазовых порфиритов в отличие от даек гранит-аплитов (III фаза), внедренных в интрузивы разных фаз, приурочены к вмещающим интрузив породам, где они максимально сконцентрированы на ЮЗ и менее – на СВ участках интрузива. Количество этих даек достигает 560. По автору (Кашкай, 1965), трещинные интрузии четвертой фазы «моложе Дашкесанского интрузива и значительно отличаются по составу; область развития дайковых интрузивов не совпадает с контурами интрузивов и не обнаруживает непосредственной от них зависимости».

В эволюции магмы видно, что формирование Дашкесанского интрузива шло от основной магмы, сравнительно бедной летучими (I фаза), к более кислой, богатой летучими (II и III фазы) и закончилось внедрением новой порции основной магмы (IV фаза).

Гибридизм для Дашкесан–Зурнабадского интрузива принимается всеми исследователями и, как они отмечают, им охвачены все интрузивные фазы. Причину его проявления объясняют «…неполной дифференциацией фазовых гетерогенных магм в гипабиссальных условиях и их неровномерной кристаллизацией, чему способствовало взаимодействие магм с вмещающими породами». Благоприятным для гибридизма в исследуемых гранитоидах принимается взаимодействие габброидной (I фаза) и гранитоидной (II, III фазы) фаз при еще полностью неконсоли-

дировавшейся магме первой фазы. Этим объясняется интенсивность этого процесса в приконтактовой полосе и ослабление его по мере удаления (Кашкай, 1965).

Необходимо отметить, что указания исследователей о существовании гибридных разностей габброидов наравне с негибридизированными требуют корректировки, т.к. петрологические и структурно-текстурные особенности их указывают на повсеместную подверженность всех габброидов в той или иной степени гибридизму.

Петрографическими признаками гибридизма являются: отсутствие закономерного изменения соотношений салических и мафических минералов в эволюционном ряду норит – габбронорит – габбро – габбро-диорит – диорит – кварцевый диорит; содержание плагиоклазов различных изоморфных рядов в пределах от 30 до 70% An, нередко до 80% An; различие в размерах минералов в пределах шлифа от 0,1 до 10 мм; крупные незональные кристаллы лабрадор-битовнита среди мелких выделений зонального олигоклаз-андезина, создающие порфировую структуру; сочетание офитовой структуры с гипидиоморфнозернистой.

Для выявления последовательности проявления магматизма и роли гибридизма в этом процессе рассмотрены особенности петрохимических составов пород всех мезозойских интрузивных комплексов Малого Кавказа, представленных рядом габбро-диорит-гранодиорит-плагиогранит. На диаграмме соотношения A-S (рис.2) постепенные переходы между фациальными типами пород и отсутствие резких количественных изменений в содержании окислов свидетельствуют о соответствии всех исследуемых пород единому комплексу, т.е. они являются комплементарными составляющими единого эволюционного ряда. В минералогических составах их намечается последовательный переход от кварц-плагиоклазовой (олигоклаз-андезин) ассоциации в лейкогранитах к плагиоклаз (андезин-лабрадор) – пироксен-роговообманковой в диоритах и далее к плагиоклаз (лабрадор-битовнит) – пироксен-оливиновой в габбро-норитах и, наконец, к оливин-пироксеновой в пикритах.

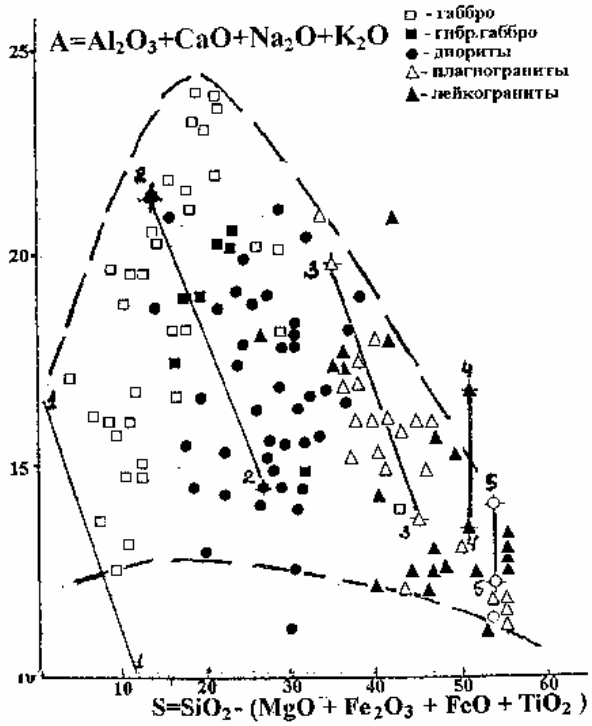


Рис. 2. Диаграмма соотношения железо-магнезиальных (S) и алюмосиликатных (A) окислов в породах мезозойских интрузивов Малого Кавказа.
Средние составы пород (по классификации ПК АН СССР, 1981):
1-1 – габбро; 2-2 – диориты; 3-3 – гранодиориты; 4-4 – плагиограниты; 5-5 – лейкограниты

С точки зрения тектоники литосферных плит они входят в состав вулкано-плутонических комплексов, приуроченных к надсубдукционным зонам (Хаин, 1990). По классификации Чеппела и Уайта (1974), они соответствуют J–типу гранитов (рис.3), т.е. являются мантийно-коровыми гранитоидами субдукционного генезиса, образование исходной магмы которых связывают с продуктами плавления континентальной коры, смешанной с базитовыми мантийными магмами (Dider, et.al. 1982). Расположение некоторых анализируемых пород в поле S–гранитов, отвечающих гранитам, «возникшим при частичном плавлении …. пород, изначально пересыщенных глиноземом и с низким отношением Na/K», по всей вероятности, связано с превалирующей ролью плавления кислого корового вещества на ранних стадиях, приведшего к формированию плагиогранитов. Остальные фации пород располагаются в поле J - типа гранитов, характеризующихся определенной

долей участия в магмогенезе продуктов плавления базитового субстрата, осложненных к тому же процессом гибридизма. Непосредственное выделение из мантии J–гранитов по экспериментальным данным остается проблематичным (Богатиков и др., 1980).

Согласно Попову В.С. (1985), «образование генетически связанной серии гранодиорит-гранит (64%< SiO_2<74%) по котектической схеме возможно лишь при невысоком содержании воды в исходных расплавах (≤2 вес%) и относительно низких давлениях (≤10 кбар), соответствующих условиям континентальной коры», т. е. в исследуемом ряду габбро – диориты – гранодиориты – плагиограниты фациальные типы гранодиорит – тоналит – гранит соответствуют разностям, возникшим в условиях континентальной коры в процессе участия в магмогенезе веществ базитового и гранитного субстрата коры с последующей дифференциацией.

Выплавление же котектических известково-щелочных магм, содержащих 53%<SiO_2<62%, по автору, исключается, и такие магмы являются смесями более основных и более кислых расплавов, т.е. они являются гибридными породами. Этим разностям, очевидно, будут отвечать породы ряда габбро – габбро-диорит – диорит, возникшие в процессе взаимодействия вышеотмеченных кислых дифференциатов с контрастным по составу расплавом (или с застывшей магматической породой).

Общие закономерности в процессе гибридизма связаны с поведением петрогенных окислов в вышеотмеченном ряду габбро-плагиогранит и обусловлены степенью магматического замещения кислой магмой магмы контрастного состава. Процесс магматического замещения, при котором «на месте одной породы появляется другая порода отличного химического состава», достаточно детально разобран Д.С. Коржинским (1952). Возникающие при этом магмы перемещаются под действием тектонических сил и, просачиваясь через породы, обуславливают их ранний метаморфизм, а в дальнейшем после кристаллизации пород отмечаются воздействия на них постмагматических растворов (Азадалиев, 1998).

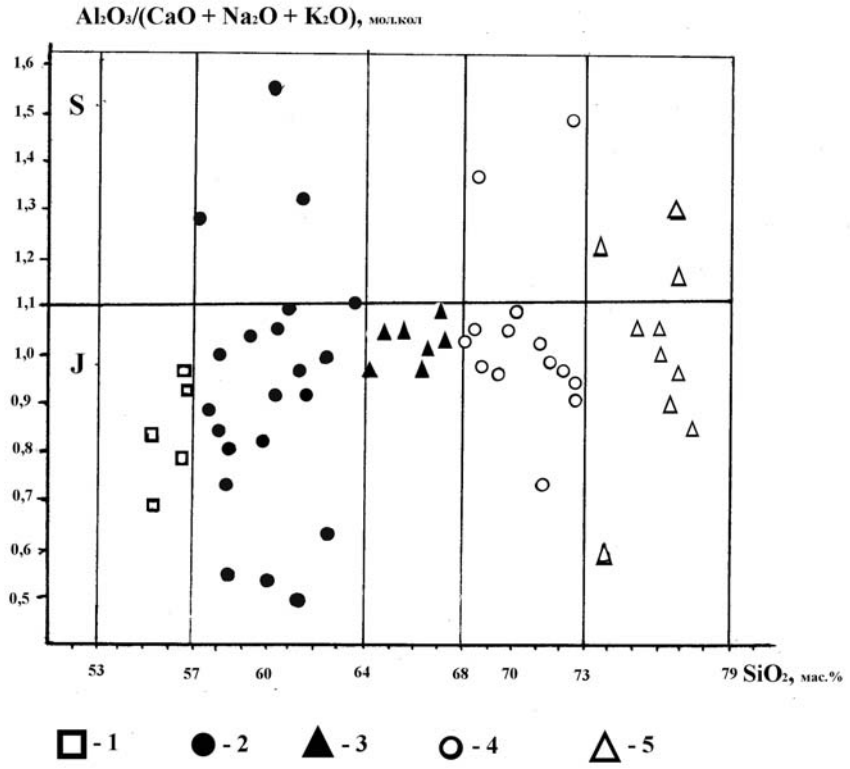


Рис. 3. Положение мезозойских гранитоидов Малого Кавказа на диаграмме Чаппеля-Уайта (1974):
1 - диориты; 2 - кварцевые диориты; 3 – грано-диориты; 4 - плагиограниты; 5 -лейкограниты

В процессе взаимодействия магматических расплавов ряд элементов проявляет большую подвижность согласно ряду относительной подвижности элементов по Д.С. Коржинскому (1952), т.е. их концентрация в растворе поддерживается на некотором постоянном уровне. Поэтому в зависимости от составов взаимодействующих сторон минералогические их составы отражают соотношения наиболее подвижных компонентов. Для главной стадии минералообразования, протекающей в условиях коры, в исследуемых фациальных типах пород характерна подвижность Mg, Si, Al.

Поведение главных петрогенных окислов в процессе магматизма можно проследить на треугольной диаграмме соотношения закисных и окисных элементов с кремнеземом в породах интрузива (рис.4). На составленной по этим параметрам диаграмме, на которую нанесен также эволюционный тренд средних составов пород в ряду от гарцбургитов до лейкогранита (по классификации ПК СССР, 1981), достаточно четко проявляется последовательное формирование фаций пород интрузивного комплекса. Отклонение габброидных и диоритовых фаций вправо от тренда средних составов отражает гибридный характер исследуемых разностей. Наличие пикритов, состоящих из оливина (70%), моноклинного и ромбического пироксенов (15%) и мезостазиса (15%), замещенного минералами серпентинитовой группы, хлоритом и серицитом, указывает на участие в процессе формирования пород комплекса также ультраосновных фаций. В нормативном составе пикрита установлен плагиоклаз-битовнит (An -88%).

Формирование последовательного ряда пород от габбро через диориты и гранодиориты к лейкогранитам с участием в этом процессе пикритов и наличие наряду с чистыми также и гибридизированных разностей позволяют предположить не простое одноразовое смешение контрастных по составу магм, а последовательное взаимодействие формирующихся на ранних стадиях гранитизации дифференциатов - плагиогранитов и гранодиоритов – с контрастным комплексом. Интенсивность этого процесса уменьшается в юго-западном направлении, в связи с чем появляются габбро-диориты (на Мровдагском хребте) и пикриты (последние - расплавленные фации серпентинизированных перидотитов).

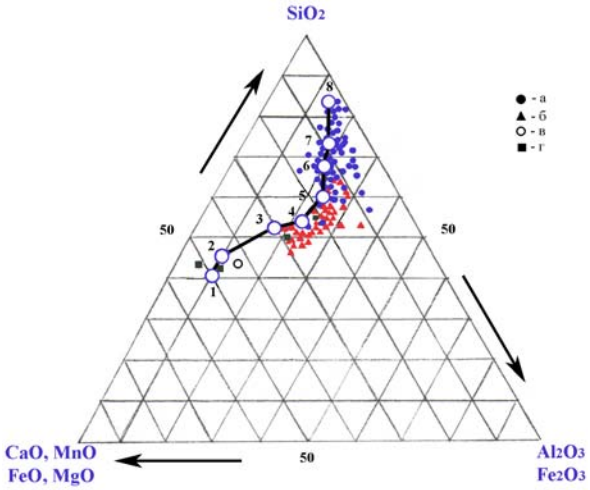


Рис. 4. Соотношение закисных и окисных элементов с SiO_2 в породах мезозойских гранитоидных интрузивов Малого Кавказа.
Породы интрузивов: а - лейкограниты, плагиограниты, гранодиориты, тоналиты; б - кварцевые диориты, диориты, габбро-диориты, габбро; в - пикриты; г - гарцбургиты, лерцолиты (офиолитового комплекса). Линия тренда: 1 - гарцбургиты, 2 - габбро, 3 - диориты, 4 - кварцевые диориты, 5 - тоналиты, 6 - гранодиориты, 7 - плагиограниты, 8 - лейкограниты.

Объяснить происхождение габбро-гранодиорит-плагиогранитной ассоциации путем дифференциации магмы основного состава затруднительно, т.к. при такой дифференциации необходимо наличие большого объема невскрытых габброидов, что не подтверждается ни геологическими, ни геофизическими данными. Принятие же лишь прямого палингенного или анатектического их выплавления не объясняет смены во времени плагиогранитов лейкогранитовыми гранитами при отсутствии в необходимых объемах «реститов».

Для установления исходных составов взаимодействующих в гибридизме расплавов существенное значение имеет установление в фациях исследуемых гранитоидов состава элементов-примесей.

Рассматривая процесс гибридизма для мезозойских интрузивов Малого Кавказа, Г.В. Мустафаев (1974) предполагает их возникновение в результате смешения основной и кислой магм и отмечает базальтоидный характер первичного магматического расплава, испытавшего глубинную ассимиляцию, выразившуюся в контаминации базальтовой магмы материалом кристаллического фундамента.

По этим данным для обеих групп интрузивов - среднеюрских плагиогранитов и

позднеюрских, преимущественно диоритовых и кварцевых диоритовых, характерные элементы кислых магм (W, Mo, Pb, F, Li, Rb) содержатся в нижеклярковых значениях, а элементы основных магм (Co, Cu, V, Mg, Cr) – в вышеклярковых. Подобное соотношение отражает «своеобразный генезис, отвечающий по составу контаминированной сиалическим материалом дифференцированной базальтовой магме. Основной состав исходного расплава обусловил и металлогеническую специфику региона – развитие серно-колчеданного, медно-цинкового, железорудного, кобальтового, медно-мышьякового и золоторудного оруденений. В то же время рудопроявления редких и литофильных элементов не установлены» (Мустафаев, 1977, 1991).

По этим анализам, включающим наиболее типичные элементы основных и ультраосновных (Co, Ni, Cr, V, Cu, Ti) и кислых (Ba, Sr, Li, Rb, W, Mo) пород, определенно устанавливается участие в процессе магмагенеза двух контрастных по составу магм – ультракислой и не основной, а ультраосновной, т.к. основные фации – габброиды – по соотношению минеральных фаз, геохимическим и структурно-текстурным особенностям представляют собой уже гибридные в той или иной степени образования, т. е. являются продуктом гибридной магмы.

В этом процессе возможен и вариант воздействия ультракислой магмы на холодное вещество ультрабазитов. Последние в пределах Лок-Гарабахской зоны в обнажениях не известны, за исключением вышеописанного небольшого выхода пикритов в бассейне р. Беюк-Кашкачай, установленного еще Р.Н.Абдуллаевым и Т.Аб. Гасановым в 1965г. как ультраосновной шток. Проведенный петрохимический анализ пикритов позволил установить их соответствие гипабиссальным аналогам перидотитов с нормативным полевым шпатом – плагиоклазом битовнитового ряда.

Сопоставление химических составов основных фаций интрузива - габброидов (I фаза), габбро-диабазов (дайки IV фазы), диабазовых порфиритов (Мровдагская группа) и пикритов (табл.2) позволило установить, «…что породы самостоятельных малых интрузивов (IVфаза) сходны с габброидами первой фазы, но отличаются от типичных базальтов или габбро более высоким содержанием алюминия и натрия и меньшим – железа, кальция и калия». (Шипулин, 1968). Анализ особенностей состава, строения и истории кристаллизации позволил Ф.К.Шипулину предположить, что в общем процессе образования комплекс малых интрузивов – это новый очаг недифференцированной базальтовой магмы, или же локальный очаг основного состава на более высоком уровне - в пределах корневых частей габбро-гранитоидных интрузивов. По автору, «маловероятна с точки зрения физико-химии возможность возникновения базальтоидного расплава из кислого путем его контаминации».

Таблица 2

Содержание главных породообразующих катионов в интрузивных породах Малого Кавказа и некоторых других (в атом. %)
(Данные по Шипулину, 1968 и автору, 2005)

Интрузивный комплекс	Si	Ti	Al	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Mg	Ca	Na	K
Габброиды, I фазы	49.1	0.4	21.4	2.3	4.3	6.1	9.4	5.5	1.5
Гранитоиды II фазы	60.3	0.5	17.6	2.0	2.0	2.6	4.7	7.0	3.3
Граниты III фаза	68.8	0.2	14.6	1.3	0.7	1.2	2.6	6.2	4.4
Габбро-диабаз IV фаза	50.4	0.4	20.4	2.3	3.5	6.5	8.8	6.7	1.0
Микро-диабаз (по Шипулину Ф.А.)	47.4	0.1	23.1	3.0	3.0	8.9	6.6	7.6	0.3
Габбро (по Дэли)	45.3	0.7	19.8	2.2	4.7	10.5	11.1	4.6	1.1
Базальты (по Дэли)	46.9	1.0	17.7	3.8	5.1	8.8	9.1	5.8	1.8
Пикрит, Беюк-Кашкачай	37.0	0.18	7.9	2.9	6.9	40.8	3.3	0.5	0.4
Серпентиниты из офиолитов Шахдагск. хр.	37.0	0.2	5.18	4.0	6.7	45.4	1.0	0.6	0.3
Дайка пироксенита в пикритах	51.0	0.2	11.5	2.3	4.3	21.5	8.1	0.5	0.4

Пикриты в этой ассоциации, несомненно, более близки к серпентинизированному перидотиту из Шахдагского хребта, отличаясь несколько повышенным содержанием Al и пониженным Mg и Fe. Пироксенитовая дайка в пикритах – это гибридизированная разность пикрита. Как гипабиссальные образования (вкрапленники и мезостазис), пикриты представляют собой мелкие субвулканические тела, располагающиеся среди нижнебайосских вулканитов. Петрохимически представляя собой эффузивный аналог перидотита, они являются продуктом ультраосновного расплава, возникшего, по всей вероятности, локально в теле существовавшей на небольшой глубине гипербазитовой пластины. На протяжении всей юры наблюдалось взаимодействие ее с гранитной магмой и образование гибридной магмы, сформировавшей Дашкесанский и Гядабейский интрузивы. Проявившиеся в заключение многочисленные дайки габбродиабазового, диабазового составов, отвечающие малым интрузивам IV фазы, очевидно, также связаны с данным локальным очагом, что подтверждается наличием дайки пироксенита в теле пикритов.

Исследуемые гранитоиды с позиции тектоники плит увязываются с геодинамическими обстановками доколлизионного периода формирования региона и соответствуют образованиям активных континентальных окраин андийского типа, т.е. зонам конвергенции плит.

В этой ассоциации происхождение фаций плагиограниты-тоналиты-граниты, согласно исследователям (Abbott, Drury, 1994), соответствует продуктам вторичного плавления мафических образований протоокеанской коры (метабазальтов, амфиболитов). Образование их увязывают с погружением коры на определенную глубину, т.е. происходят «…обдукции толстой и потому «непотопляемой» несубдуцируемой океанической коры с нагроможденными на нее пластинами», сопровождаемые гранитизацией ее основания.

Согласно В.А. Жарикову (1987), процесс гранитизации возможен лишь с участием поступающих из мантии богатых щелочами и кремнием флюидов. «…Последние способствуют метасоматической фельдшпатизации вмещающих пород с зарождением и разрастанием объема расплава в виде крупных гранитоидных тел, развивающихся по всей площади погружающегося в мантию фрагмента коры микроконтинента. Параллельно с привносом щелочей и кремнезема происходит удаление оксидов кальция, железа, магния и алюминия, известное в литературе как процесс дебазификации, комплементарной гранитизации». Эта концепция достаточно широко рассмотрена Д.С.Коржинским как «трансмагматические растворы».

Растягивающие усилия, характерные для данной геодинамической обстановки, способствовали возрастанию проницаемости коры и создавали условия для подъема в кору расплавленных продуктов с флюидами (Huppert, Sparks, 1998). Источником плавления вещества при этом служила основная магма астеносферы, смешанная с кислой магмой расплавленной коры - плагиогранитами и лейкогранитами. Образовавшаяся в результате этого гибридная магма способствовала формированию тоналитов, гранодиоритов и кварцевых диоритов, в целом являющихся глубинными гибридными породами, развитыми в основании коры. Согласно исследователям (Castro et.al., 1991) они могут соответствовать гранитоидам типов J и S и выделяются в особый тип H, т.е. гибридных. Образовавшийся при этом магматический расплав в процессе продвижения в более верхние структурные этажи земной коры после проплавления пород раннего палеозоя (предполагается возможное их маломощное присутствие) контактирует с холодной гипербазитовой пластиной. Последняя представляется в виде аллохтонной пластины серпентинизированных ультрабазитов, надвинутой в процессе позднекарбоновой коллизии в юго-западном направлении на доальпийский фундамент Малого Кавказа (Исмаил-Заде, 2004). Серпентинизация пластин привела к уменьшению ее плотности и способствовала интенсивному протеканию гибридизма. Процесс взаимодействия гранитоидной магмы с ультраосновным телом, начавшийся с термального флюидного воздействия, сопровождался проплавлением всей массы пластины. Это привело к формированию целого ряда гибридных пород, располагающихся между двумя крайними членами взаимодействующей системы ультрабазит-плагиогранит (табл.3).

Таблица 3

Последовательно дифференцированный ряд нормальных и гибридизированных пород в гранитоидных интрузивах СВ склона Малого Кавказа

Гипербазитовая пластина	Габброиды	Диориты	Гранодиориты	Гранитоидная магма
Серпентинизир. перидотит	Пироксенит Габбро-норит Габбро Кв. габбро	Диорит Кв. диорит	Гранодиорит Адамеллит Тоналит	Плагиогранит Лейкогранит
SiO_2 33-44	44-53	53-64	64-68	68-78
Na_2O+K_2O 0.02	0.2-2.5	5.0-7.5	7.5-8.0	7.0-8.1

Процесс этот практически распространился на всю пластину, соответственно уменьшаясь к ее верхней кромке. Гибридная магма, проплавив всю пластину, образует самостоятельные интрузивы (гранодиоритов, тоналитов, кварцевых диоритов, диоритов) с вынесенными в виде отторженных блоков фрагментами гибридизированных до габбро пород гипербазитовой пластины, создавая иллюзию взаимодействия двух фаз магматической деятельности в пределах одного интрузивного тела (рис. 5).

Таким образом, установив соответствие гибридизированным породам всех имеющихся в пределах Дашкесанского интрузива габброидных пород, приходим к выводу об имевшем место в этом процессе взаимодействии горячей гранитоидной магмы с холодной ультрабазитовой пластиной и соответствии пород так называемой габброидной фазы ксенолитам – фрагментам гибридных габброидов, возникшим по серпентинизированным перидотитам, залегающим в виде аллохтонной пластины между доальпийским фундаментом и мезозойским вулкано-плутоническим комплексом.

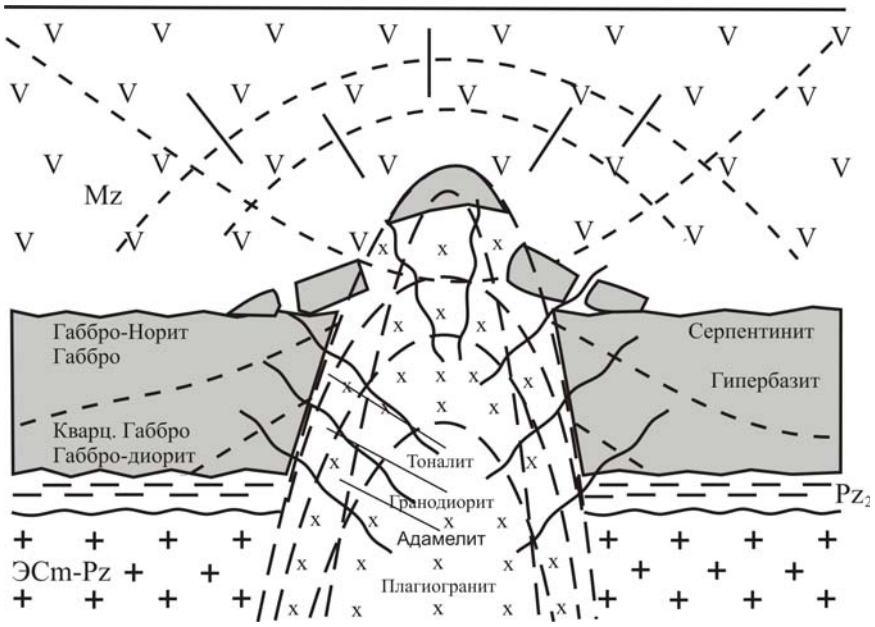


Рис. 5. Схема формирования мезозойских гранитоидных интрузивов Малого Кавказа

Выводы. Геолого-геофизическими исследованиями Малого Кавказа установлено наличие в составляющих его структурных зонах ультраосновных тел: в виде пластин – в пределах офиолитовой Севано-Акеринской зоны (Гасанов, 1985) и погребенных линзообразных с V_p= 7,8-8,0 км/с – в Предмалокавказском прогибе (Баранова и др., 1980). Настоящими исследованиями для Лок-Гарабахской зоны по данным петрологических исследований и с учетом сейсмических данных (залегание на небольшой глубине слоя с V_p=7,6-8,0 км/с) устанавливается наличие ультраосновной пластины поверх доальпийского фундамента под мезозойским вулкано-плутоническим комплексом.

В тектоническом строении Лок-Гарабахской зоны Малого Кавказа наблюдается ступенчатое (блоковое) перемещение его консолидированного основания на юго-восток (после Дзирульского выступа) с наклоном поверхности доальпийского фундамента на СВ в сторону Куринской впадины (Мамед-Заде и др., 1974; Шихалибейли и др., 1994). На осложненную поднятиями и прогибами поверхность кристаллического фундамента Малого Кавказа в конце карбона в процессе замыкания северной ветви бассейна Палеотетиса была обдуцирована океаническая ее кора в виде аллохтонной гипербазит-базитовой пластины. Последняя приурочена в значительной степени к прогибам и отсутствовала или была слабо проявлена на поднятиях.

Учитывая вышеизложенное, можно констатировать, что мезозойский вулкано-плутонизм на Малом Кавказе связан не с субдукционным процессом, а с обдукцией океанической (ультрабазитовой) аллохтонной пластины на доальпийский фундамент континентальной окраины Закавказской микроплиты. В результате этого произошло раскалывание последней на ряд продольных блоков СЗ простирания, разломы между которыми служили путями поступления магматических расплавов.

В формировании мезозойского вулкано-плутонического комплекса имели место два типа гибридизма:

- глубинный, протекавший в процессе взаимодействия астеносферного основного расплава с кислой магмой плавящегося основания континентальной коры при ее погружении в мантию (дебазификация коры – гранитизация); в результате образовалась магма плагиогранит – лейкогранитового состава с возможной последующей дифференциацией до гранодиоритов – тоналитов;
- гипабиссиальный, протекавший при взаимодействии вышеотмеченной кислой магмы (возможно, и дифференциатов) с холодной ультраосновной пластиной; в результате образовались: гибридные разности кислой магмы – гранодиориты и тоналиты, промежуточные гибридные породы – диориты и кварцевые диориты и гибридные породы по ультрабазитам – кварцевое габбро, габбро-диориты, габбро, нориты и пироксениты.

Таким образом, породы интрузивных тел мезозойских гранитоидов являются дифференциатами гибридизированной в глубинных условиях кислой магмы с последующей ассимиляцией в гипабиссальных условиях гипербазитовой пластины. Наблюдаемые в сложении интрузивов габброидные фации пород не являются фазой интрузивного магматизма, а есть гибридизированные до габброидов фрагменты гипербазитовой пластины, вынесенные на поверхность внедрявшимися гранитоидными интрузивами.

Первичный состав магматического расплава для всего мезозойского вулкано-плутонического комплекса – плагиогранит-лейкогранитовый – I фаза; образовавшиеся в процессе гибридизма дифференциаты – гранодиориты, тоналиты, кварцевые диориты и диориты – II фаза; дайки аплитовидных гранитов – III фаза; интрузивные тела габбро-диабазов – IV фаза. Как справедливо отметили Ф.К.Шипулин и М.А. Кашкай, для Дашкесанского интрузива самостоятельные малые интрузивы IV фазы не могли образоваться из кислой магмы и являются производными локального малоглубинного очага основного состава, по нашему мнению, располагающегося в пределах гипербазитовой пластины.

ЛИТЕРАТУРА

АБДУЛЛАЕВ, Р.Н. 1963. Мезозойский вулканизм СВ части Малого Кавказа. Баку.

АБДУЛЛАЕВ, Р.Н., МУСТАФАЕВ, Г.В., МУСТАФАЕВ, М.А., АЛИЕВ, И.А., ШАФИЕВА, Х.И., ГАСАНОВ, Р.К. 1988. Мезозойские магматические формации Малого Кавказа и связанное с ними эндогенное оруденение. Элм, Баку.

АЗАДАЛИЕВ, Дж.А. 1998. Плутоногенно-триединные процессы контактово-термального метаморфизма, скарнового рудогенеза и медно-порфирового оруденения (на примере Малого Кавказа). Автореф.докт.дисс., Баку.

АХМЕДОВ, Д.М. 1965. Геология и некоторые вопросы генезиса железорудных месторождений Дашкесанского рудного района. *Геология рудных месторождений*, 6.

БАРАНОВА, Е.П., КРАСНОПЕВЦЕВА, Г.В., ПАВЛЕНКОВА, Н.Н. 1980. Повторная интерпретация сейсмического профиля Сухуми-Масаллы (ГСЗ-13).В кн.: *Сейсмическая модель литосферы основных структур территории СССР*. Наука, Москва, 184.

БОГАТИКОВ, О.А., БОГДАНОВА, С.В., МАРКОВ, М.С. 1980. «Серые гнейсы» и проблема направленности в развитии континентальной земной коры. *Изв. АН СССР, сер. геол.*, 4, 8-14.

ГАСАНОВ, Т.Аб. 1985. Офиолиты Малого Кавказа. Недра, Москва, 240.

ЖАРИКОВ, В.А. 1987. Проблемы гранитообразования. *Вестн. МГУ, сер.4, геология*, 6, 3-13.

ИСМАИЛ-ЗАДЕ, А.Д. 2004. Геодинамическая позиция офиолитовой аллохтонной пластины Севано-Акеринской зоны Малого Кавказа. *Сб. трудов Геол. инст. АН Грузии*, Тбилиси, 64-67.

КАШКАЙ, М.А. 1965. Петрология и металлогения Дашкесана. Недра, Москва.

Классификация и номенклатура магматических горных пород. 1981. Разработана Терминологической комиссией Петрографического комитета АН СССР. Недра, Москва, 160.

КЕРИМОВ, Г.И. 1963. Петрология и рудоносность Кедабекского рудного узла. Баку, 219.

КОРЖИНСКИЙ, Д.С. 1952. Гранитизация как магматическое замещение. *Изв. АН СССР, сер. геол.*, 2, 56-69.

КУРБАНОВ, Н.К., КУЛАКОВ, В.В., ЗАРЯНОВ, Ю.П., АНТОНОВ, В.А. 1978. Юрско-меловые магматические формации СВ части Малого Кавказа. *Советская геология*, 5, 99-113.

МАМЕД-ЗАДЕ, А.Ш., АБДУЛЛАЕВ, Р.Н., БАЙРАМОВ, А.А. 1974. О закономерностях размещения гранитоидных интрузивов СВ части Малого Кавказа в свете новых геофизических данных. *Изв. АН Аз. ССР, сер. Науки о Земле*, 2, 66-71.

МУСТАФАЕВ, Г.В. 1974. О гибридизме магм мезозойских интрузивов Малого Кавказе и фамическом профиле эндогенного оруденения. В кн.: *Магматизм, формации кристаллических пород и глубины земли. ч. II.* Наука, Москва, 25-27.

МУСТАФАЕВ, Г.В. 1977. Мезозойские гранитоидные формации Азербайджана и особенности их металлогении. Элм, Баку, 234.

МУСТАФАЕВ, Г.В. 1991. О рудоносности Дашкесанского гранитоидного интрузива. *Сов.геология,* 2, 70-78.

ПАФФЕНГОЛЬЦ, К.Н. 1932. Кедабек. Геологический очерк района Кедабекского медного месторождения в Азерб. ССР. *Тр. ВГРО* .

ПОПОВ, В.С. 1985. О происхождении гранитов. В кн.: *Гранитоиды-индикаторы глубинного строения земной коры*. Наука, Новосибирск, 14-26.

ФЕДОРОВ, Е.С. 1901. О Кедабекском медном месторождении. *Вестн. горного дела и орошения на Кавказе*, 8.

ХАИН, В.Е 1990. Эволюция процессов гранитообразования в истории Земли. *ДАН СССР*, т. 311, 5, 1205-1207

ШИПУЛИН, Ф.К. 1968. Интрузии и рудообразование (на примере Дашкесана), Наука, Москва, 215.

ШИХАЛИБЕЙЛИ, Э.Ш., АХУНДОВ, А.В. 1994. О положении доальпийского фундамента. В кн.: *Геология и полезные ископаемые Нагорного Карабаха Азербайджана.*. Элм, Баку, 103-113.

ABBOTT, DRURY. 1994. The effects of changes in suduction styles over Earth history. *Geology,* 22.

HUPPERT, H.E. SPARKS, R.S.S. 1988. The generation of granite magmas by intrusion of basalt into continental crust. *Petrol.*, v.29, 4, 599-624.

CASTRO, A., MORENO-VENTAS, I., DE LA ROSA, J.D. 1991. H-type (hibrid) granitoides: A proposed revison of the granite-type elastification and nomenclature. *Earth-Sci. Rev*., v.31, ¾, 237-253.

CHAPPEL, B.W. 1974. White A.J.R. Two contrasting granite types. *Pacif. Geol*., 8., 173-174.

© Н.А.Новрузов, 2006

О ВЗАИМОСВЯЗИ СОДЕРЖАНИЙ ЗОЛОТА, СЕРЕБРА И ДРУГИХ КОМПОНЕНТОВ РУД ФИЛИЗЧАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Н.А.Новрузов

Институт геологии НАН Азербайджана
AZ 1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А

В статье рассматриваются особенности взаимосвязи золота, серебра и других компонентов (Cu, Zn, Pb, As, Sb) в текстурно-минералогических типах (слоисто-полосчатый и массивный колчеданно-полиметаллический, серноколчеданный и медно-пирротиновый массивного сложения, пятнисто-брекчиевидный) руд Филизчайского месторождения, изученные с помощью корреляционного анализа.

Многокомпонентные руды Филизчайского колчеданно-полиметаллического месторождения (Южный склон Большого Кавказа) характеризуются специфическими особенностями распределения в них редких и благородных металлов (Au, Ag). Геохимические особенности распределения редких элементов как на Филизчайском, так и на других колчеданных месторождениях региона были освещены нами в многочисленных публикациях. Однако вопросы золотоносности и сереброносности этих руд и в особенности взаимосвязи золота и серебра с другими компонентами относятся к малоосвещенным (Новрузов, Агаев, 1985; Новрузов и др., 1997; Новрузов, 2005).

В рудах исследуемого месторождения золото и серебро присутствуют в количествах, представляющих практический интерес. По значимости серебро совместно со свинцом, цинком и медью относится к основным компонентам руд, а золото – к попутным. Месторождение отличается богатым минеральным составом руд, в котором ведущим является пирит. К главным минералам относятся также сфалерит, галенит, халькопирит и пирротин. В составе единой пластообразной залежи выделяются следующие текстурно-минералогические типы: слоисто-полосчатые и массивные колчеданно-полиметаллические, серноколчеданные и медно-пирротиновые массивного сложения, пятнисто-брекчиевидные и прожилково-вкрапленные руды.

Для установления связей между компонентами в текстурно-минералогических типах руд Филизчайского месторождения были рассчитаны коэффициенты корреляции. Общеизвестно, что коэффициент парной корреляции между двумя химическими элементами характеризует степень связи величин их содержаний. Однако следует отметить, что этот коэффициент не избавлен от влияния других факторов и показателей. Поэтому для оценки истинных связей между двумя химическими элементами в исследуемых рудах нами были использованы частные коэффициенты корреляции, исключающие влияние третьей случайной величины. Сравнение значений парных (r) и частных (ρ) коэффициентов корреляции приведено в таблице.

Значения парных и частных коэффициентов корреляции между золотом и серебром в слоисто-полосчатых колчеданно-полиметаллических рудах показывают, что величины этих связей в целом не зависят от влияния других элементов. Фиксация содержаний серебра, цинка, свинца, мышьяка и сурьмы мало сказывается на корреляции между золотом и медью. Из сравнения парных и частных коэффициентов корреляции следует, что в рассматриваемом типе руд связь золота и свинца зависит от содержания серебра. Если исключить влияние последнего, то значение частного коэффициента корреляции составит всего 0,006, что подтверждает наши данные относительно низкой золотоносности сульфида свинца на Филизчайском месторождении. Наблюдается высокая корреляционная связь между серебром и свинцом ($r_{Ag,Pb}$ = +0,683). На корреляцию серебра с цинком значительное влияние оказывает фиксация содержания свинца ($r_{Ag,Zn}$ = +0,399, $\rho_{Ag,Zn(Pb)}$ = -0,080). Выявленные связи в слоисто-полосчатых колчеданно-полиметаллических рудах представлены в виде графической схемы (рис.).

Таблица

Коэффициенты корреляции между компонентами руд
Филизчайского колчеданно-полиметаллического месторождения

Парные связи	Коэффициенты парной корреляции, r	Частные коэффициенты корреляции ρ при исключении влияния						
		Au	Ag	Cu	Zn	Pb	As	Sb
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Слоисто-полосчатые колчеданно-полиметаллические руды								
Au-Ag	0,293	-	-	0,312	0,312	0,218	0,258	0,283
Au-Cu	0,200	-	0,222	-	0,223	0,241	0,183	0,189
Au-Zn	0,030	-	-0,103	0,106	-	-0,142	-0,021	-0,003
Au-Pb	0,206	-	0,006	0,247	0,248	-	0,158	0,187
Au-As	0,171	-	0,085	0,155	0,173	0,111	-	0,15
Au-Sb	0,091	-	0,014	0,067	0,090	0,025	0,031	-
Ag-Cu	-0,044	-0,111	-	-	0,113	0,094	-0,086	-0,086
Ag-Zn	0,399	0,398	-	0,398	-	-0,080	0,333	0,335
Ag-Pb	0,683	0,664	-	0,684	0,612	-	0,641	0,651
Ag-As	0,323	0,292	-	0,334	0,256	0,131	-	0,252
Ag-Sb	0,269	0,256	-	0,280	0,180	0,060	0,169	-
Cu-Zn	-0,369	-0,378	-0,379	-	-	-0,343	-0,410	-0,428
Cu-Pb	-0,164	-0,214	-0,183	-	0,094	-	-0,218	-0,227
Cu-As	0,113	0,080	0,134	-	0,227	0,183	-	0,065
Cu-Sb	0,140	0,124	0,157	-	0,275	0,210	0,106	-
Zn-Pb	0,639	0,643	0,549	0,625	-	-	0,603	0,596
Zn-As	0,259	0,252	0,144	0,317	-	0,044	-	0,162
Zn-Sb	0,294	0,288	0,207	0,368	-	0,103	0,216	-
Pb-As	0,347	0,323	0,180	0,373	0,250	-	-	0,253
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pb-Sb	0,337	0,326	0,217	0,369	0,208	-	0,238	-
As-Sb	0,373	0,366	0,315	0,365	0,326	0,292	-	-
Массивные колчеданно-полиметаллические руды								
Au-Ag	0,193	-	-	0,287	0,278	0,237	0,288	0,266
Au-Cu	0,073	-	0,073	-	0,056	0,057	0,029	0,028
Au-Zn	0,141	-	-0,022	0,099	-	-0,052	0,087	0,069
Au-Pb	0,346	-	0,100	0,173	0,151	-	0,167	0,139
Au-As	0,192	-	0,070	0,022	0,021	-0,025	-	-0,043
Au-Sb	0,307	-	0,091	0,113	0,100	0,065	0,119	-
Ag-Cu	-0,040	-0,033	-	-	0,137	0,124	-0,017	-0,015
Ag-Zn	0,510	0,430	-	0,473	-	-0,020	0,462	0,432
Ag-Pb	0,623	0,580	-	0,637	0,499	-	0,614	0,584
Ag-As	0,243	0,175	-	0,223	0,235	0,053	-	-0,043
Ag-Sb	0,488	0,420	-	0,482	0,459	0,384	0,440	-
Cu-Zn	-0,260	-0,279	-0,294	-	-	-0,554	-0,259	-0,260
Cu-Pb	-0,152	-0,185	-0,195	-	0,059	-	-0,139	-0,153

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cu-As	0,065	0,056	-0,002	-	0,059	0,115	-	0,062
Cu-Sb	0,023	0,005	0,028	-	0,071	0,076	-0,013	-
Zn-Pb	0,734	0,728	0,645	0,727	-	-	0,758	0,727
Zn-As	0,029	0,002	-0,084	0,048	-	-0,280	-	-0,075
Zn-Sb	0,174	0,134	-0,059	0,186	-	-0,088	0,159	-
Pb-As	0,287	0,253	0,194	0,301	0,392	-	-	0,150
Pb-Sb	0,315	0,246	0,012	0,322	0,280	-	0,200	-
As-Sb	0,528	0,511	0,492	0,528	0,531	0,482	-	-
Массивные серноколчеданные руды								
Au-Ag	0,505	-	-	0,508	0,505	0,456	0,494	0,463
Au-Cu	0,085	-	0,135	-	0,082	0,156	0,125	0,094
Au-Zn	-0,071	-	-0,123	-0,067	-	-0,105	-0,067	-0,008
Au-Pb	0,327	-	0,032	0,350	0,335	-	0,306	0,232
Au-As	0,134	-	0,064	0,162	0,132	0,059	-	0,030
Au-Sb	0,322	-	0,236	0,325	0,315	0,225	0,298	-
Ag-Cu	-0,015	-0,107	-	-	-0,020	0,070	0,013	-0,019
Ag-Zn	-0,019	0,105	-	0,029	-	-0,104	0,034	0,114
Ag-Pb	0,278	0,335	-	0,458	0,454	-	0,440	0,362
Ag-As	0,175	0,053	-	0,127	0,129	0,021	-	0,005
Ag-Sb	0,250	0,225	-	0,375	0,388	0,243	0,355	-
Cu-Zn	-0,054	-0,048	-0,053	-	-	-0,039	-0,065	-0,057
Cu-Pb	-0,182	-0,223	-0,194	-	-0,178	-	-0,127	-0,193
Cu-As	-0,269	-0,274	-0,260	-	-0,261	-0,225	-	-0,271
Cu-Sb	-0,011	-0,041	-0,003	-	-0,022	0,066	0,082	-
Zn-Pb	0,086	0,116	0,082	0,078	-	-	0,097	0,179
Zn-As	-0,032	-0,023	-0,036	-0,048	-	-0,055	-	0,036
Zn-Sb	-0,196	-0,184	-0,224	-0,197	-	-0,250	-0,197	-
Pb-As	0,243	0,213	0,209	0,206	0,247	-	-	0,133
Pb-Sb	0,386	0,314	0,261	0,391	0,413	-	0,334	-
As-Sb	0,323	0,306	0,306	0,339	0,330	0,264	-	-
Массивные медно-пирротиновые руды								
Au-Ag	0,349	-	-	0,357	0,350	0,198	0,351	0,394
Au-Cu	-0,076	-	-0,112	-	-0,079	-0,152	0,102	-0,072
Au-Zn	-0,029	-	-0,041	-0,036	-	-0,070	0,034	-0,071
Au-Pb	0,351	-	0,202	0,372	0,356	-	0,393	0,352
Au-As	-0,264	-	-0,266	-0,272	-0,264	-0,320	-	-0,320
Au-Sb	-0,254	-	-0,317	-0,253	-0,262	-0,256	-0,313	-
Ag-Cu	0,083	0,118	-	-	0,086	-0,020	0,133	0,081
Ag-Zn	0,027	0,040	-	0,035	-	-0,040	0,037	0,045
Ag-Pb	0,554	0,492	-	0,550	0,554	-	0,561	0,563
Ag-As	-0,041	0,057	-	-0,112	-0,048	-0,115	-	-0,022
Ag-Sb	0,116	0,226	-	0,114	0,121	0,168	0,111	-
Cu-Zn	-0,090	-0,092	-0,092	-	-	-0,111	-0,289	-0,087
Cu-Pb	0,181	-0,087	0,163	-	0,192	-	0,153	0,183

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cu-As	0,590	0,183	0,596	-	0,631	0,585	-	0,603
Cu-Sb	0,025	0,006	0,016	-	0,012	0,034	0,154	-
Zn-Pb	0,103	0,121	0,105	0,121	-	-	0,082	0,097
Zn-As	0,232	0,233	0,234	0,355	-	0,355	-	0,213
Zn-Sb	-0,150	-0,163	-0,154	-0,148	-	-0,147	-0,116	-
Pb-As	0,099	0,211	0,146	-0,011	0,077	-	-	0,093
Pb-Sb	-0,043	0,051	-0,130	-0,048	-0,028	-	-0,027	-
As-Sb	-0,165	-0,249	-0,162	-0,223	-0,223	-0,162	-	-
Пятнисто-брекчиевидные руды								
Au-Ag	0,093	-	-	0,052	0,091	0,093	0,090	0,130
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Au-Cu	0,426	-	0,420	-	0,390	0,444	0,399	0,422
Au-Zn	-0,190	-	-0,189	-0,047	-	-0,251	-0,164	-0,135
Au-Pb	0,063	-	0,062	0,152	0,179	-	0,050	0,102
Au-As	-0,162	-	-0,160	-0,017	-0,130	-0,158	-	-0,133
Au-Sb	-0,142	-	-0,167	-0,128	-0,046	-0,162	-0,107	-
Ag-Cu	0,110	0,078	-	-	0,111	0,114	0,108	0,127
Ag-Zn	-0,019	0,002	-	0,021	-	-0,030	-0,015	-0,172
Ag-Pb	0,015	0,088	-	0,034	0,027	-	0,012	-0,042
Ag-As	-0,026	-0,011	-	0,014	-0,022	-0,024	-	-0,083
Ag-Sb	0,221	0,238	-	0,230	0,277	0,224	0,234	-
Cu-Zn	-0,352	-0,305	-0,352	-	-	-0,312	-0,309	-0,381
Cu-Pb	-0,171	-0,219	-0,174	-	-0,003	-	-0,215	-0,161
Cu-As	-0,348	-0,312	-0,347	-	-0,304	-0,369	-	-0,343
Cu-Sb	-0,063	-0,002	-0,090	-	0,167	-0,021	0,023	-
Zn-Pb	0,480	0,502	0,480	0,455	-	-	0,508	0,426
Zn-As	0,193	0,168	0,193	0,081	-	0,268	-	0,075
Zn-Sb	0,549	0,537	0,567	0,564	-	0,507	0,527	-
Pb-As	-0,086	-0,077	-0,086	-0,157	-0,207	-	-	-
Pb-Sb	0,245	0,257	0,248	0,238	-0,025	-	0,274	-
As-Sb	0,241	0,222	0,252	0,234	0,164	0,271	-	-

В массивных колчеданно-полиметаллических рудах влияние других компонентов на величину парной корреляции между золотом и серебром ($r_{Au,Ag}$ = +0,418) небольшое. Фиксация содержания серебра оказывает значительное влияние на связь между золотом и свинцом ($r_{Au,Pb}$ = + 0,336, $\rho_{Au,Pb(Ag)}$ = +0,100). На величину коэффициента корреляции серебра со свинцом не оказывает влияния фиксация содержаний золота, меди, цинка, мышьяка и сурьмы, или же это влияние незначительно (табл.). Наблюдается значимая корреляционная связь сурьмы с золотом, серебром, свинцом и мышьяком, а с медью и цинком связь или отсутствует, или она отрицательна. Характерно значительное влияние серебра на связь сурьмы со свинцом ($r_{Pb,Sb}$ = +0,315, $\rho_{Pb,Sb(Ag)}$ = +0,012). Теснота связи между серебром и цинком в массивных колчеданно-полиметаллических рудах, как и в слоисто-полосчатых, обусловлена влиянием свинца ($r_{Ag,Zn}$ = +0,457, $\rho_{Ag,Zn(Pb)}$= -0,020).

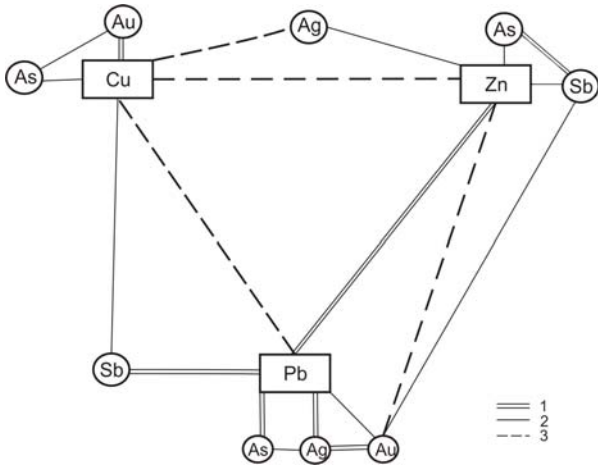


Рис. Обобщенная схема геохимических связей в колчеданно-полиметаллических рудах Филизчая. Связи: 1 – сильная, 2 – слабая, 3 – обратная.

В массивных серноколчеданных рудах устанавливается высокая корреляционная связь между золотом и серебром, на которую фиксация других компонентов (Cu, Zn, Pb, As, Sb) оказывает незначительное влияние. На величину коэффициента корреляции между золотом и свинцом значительное влияние оказывает фиксация серебра ($r_{Au,Pb}$ = +0,327, $\rho_{Au,Pb(Ag)}$= +0,032). Фиксация содержаний серебра и свинца мало сказывается на корреляции между золотом и сурьмой, а золота и свинца – на корреляционной связи между серебром и сурьмой (табл.). На тесноту связи между содержанием серебра и свинца влияние других компонентов (Au, Cu, Zn, As, Sb) незначительно.

На основании корреляционного анализа можно допустить, что золото и серебро в колчеданно-полиметаллических и отчасти в серноколчеданных рудах ассоциируют с группой халькофильных элементов и тесно связаны с сурьмяной и мышьяковой минерализацией, как это имеет место на колчеданно-полиметаллических месторождениях Рудного Алтая (Лапухов, Иванов, 1993).

В медно-пирротиновых рудах парные и частные коэффициенты корреляции золота с медью, мышьяком и сурьмой имеют отрицательные значения. Это обусловлено разобщенностью колчеданно-полиметаллических и медно-пирротиновых руд, сформировавшихся на различных этапах многостадийного процесса рудообразования. Коэффициенты корреляции между золотом и серебром, золотом и свинцом меньше их значимых величин для рассматриваемого типа руд (+0,433), на которые также оказывает большое влияние фиксация содержаний соответственно свинца и серебра ($r_{Au,Ag}$ = +0,349, $\rho_{Au,Ag(Pb)}$ = +0,198; $r_{Au,Pb}$ = +0,351, $\rho_{Au,Pb(Ag)}$= +0,202). Как и в других типах руд, наблюдается высокая корреляционная связь между серебром и свинцом. Содержание золота значительно сказывается на коэффициенте корреляции меди и мышьяка ($r_{Cu,As}$ = +0,590, $\rho_{Cu,As(Au)}$ = +0,183).

В пятнистых рудах отмечается высокая корреляционная связь между золотом и медью ($r_{Au,Cu}$ = +0,426), на которую фиксация содержаний других компонентов оказывает небольшое влияние. Аналогичное наблюдается также для пар компонентов Zn – Pb и Zn – Sb. Между золотом и серебром, серебром и свинцом корреляция отсутствует. Коэффициент корреляции мышьяка с сурьмой меньше значимой величины.

Следует отметить, что в результате многостадийности процесса рудообразования и наложения одних минеральных ассоциаций на другие, связи между компонентами не всегда четко улавливаются. Так, в массивных серноколчеданных и медно-пирротиновых рудах корреляционная связь между цинком и свинцом отсутствует. В целом, использование методов корреляционного анализа для количественной оценки зависимостей между химическими элементами в отдельных типах руд Филизчайского колчеданно-полиметаллического месторождения позволяет установить генетические связи золота, серебра и других компонентов руд с определенными минеральными ассоциациями.

Анализируя результаты проведенных исследований, можно прийти к следующим основным выводам:

1.Выделяется несколько групп родственных элементов: золото и серебро в колчеданно-полиметаллических и серноколчеданных рудах; золото и медь в слоисто-полосчатых колчеданно-полиметаллических и пятнисто-брекчиевидных рудах; серебро и свинец во всех типах руд, за исключением пятнисто-брекчиевидных. Тесная ассоциация

свинца, серебра и золота с сурьмой, а также с мышьяком еще больше расширяет эту группу в колчеданно-полиметаллических и в некоторой степени в серноколчеданных рудах, в которых присутствуют собственные минералы золота и серебра (нагиагит, петцит, гессит, фрейбергит, дискразит, самородные золото и серебро). Результатами корреляционного анализа подтверждено мнение относительно бедности золотом сульфида свинца в исследуемых рудах.

2. В колчеданно-полиметаллических рудах определена парагенетическая группа элементов, между которыми также устанавливается тесная связь: Pb – Zn и As – Sb. Фиксация содержаний других элементов не оказывает существенного влияния на величину коэффициентов частной корреляции в данной группе.

3.Характер связи между химическими элементами в рудах Филизчайского месторождения в целом согласуется с установленными этапами минералообразования. Главной продуктивной стадией рудообразования, принесшей основную массу благородных металлов (Au,Ag), других редких и ценных компонентов руд, является сульфосольно-полиметаллическая стадия колчеданно-полиметаллического этапа. Связи золота с серебром в рудах исследуемого месторождения в целом характеризуются сложностью по форме и различием по тесноте, что обусловлено гетерогенностью формирования залежи комплексных руд Филизчайского колчеданно-полиметаллического месторождения.

ЛИТЕРАТУРА

ЛАПУХОВ, А.С., ИВАНОВ, Н.Б. 1993. Благороднометалльные геохимические ассоциации колчеданно-полиметаллических месторождений рудноалтайского типа. *Геология и геофизика*, 34, 4, 92-100.

НОВРУЗОВ, Н.А. 2005. К вопросу о золотоносности и сереброносности руд Катехского месторождения. *Известия НАНА, науки о Земле*, 2, 52-57.

НОВРУЗОВ, Н.А., АГАЕВ, С.А. 1985. Минералого-геохимическая зональность руд и первичных геохимических ореолов Филизчайского месторождения (Восточный Кавказ). В кн.: *Литохимические методы поисков глубокозалегающих рудных месторождений*. Наука, Москва, 27-34.

НОВРУЗОВ, Н.А., АГАЕВ, С.А., МУРАДХАНОВА, Г.А. 1997. О распределении серебра, золота и их отношении в рудах Филизчайского месторождения. В кн.: *Некоторые вопросы геохимии и химии*. Баку, 29-30.

Рецензент: член-корр. НАН Азербайджана Г.В.Мустафаев

© G.C.Babayeva, 2006

TALIŞIN SUBQƏLƏVİ ULTRAƏSASİ İNTRUZİVLƏRİNİN FORMALAŞMASININ GEOLOJİ-GEOKİMYƏVİ AMİLLƏRİ

G.C.Babayeva

Azərbaycan MEA Geologiya İnstitutu
AZ 1143, Bakı, H.Cavid prospekti, 29A

Talışın subqələvi ultraəsasi formasiyası üçün özülün qranatlı-şpinelli peridotit olması müəyyən edilmiş, belə bir özüldən formasiyanın süxurlarını almaq üçün onun 17%-ə qədər ərinməsi təyin olunmuş, bu süxurlar üçün ilkin maqmanın subqələvi olivinli-klinopiroksenli pikrit tərkibli olması sübuta yetirilmişdir.

Hər bir maqmatik prosesin baş verməsi və onun müxtəlif nöqteyi-nəzərdən araşdırılması bir sıra başqa məsələlərin də həllini tələb edir. Bu məsələlərdən ən mühümləri üst mantiya özülünün maddi tərkibinin məhəlli dəyişkən olması ilə əlaqədar olan ilkin ərintinin tərkibinin və onun keçəcəyi təkamül yolunun araşdırılmasından ibarətdir. Qeyd etdiyimiz məsələlərin həlli üçün Talış zonasının subqələvi ultraəsasi formasiya kompleksləri münasib obyekt hesab oluna bilər.

Talış zonası Azərbaycan Respublikasının cənub-şərqində yerləşməklə şimaldan Palmiro-Abşeron, qərbdən Ərdəbil depressiyası, şərqdən isə Talışqabağı qırılma ilə məhdudlanaraq, özünəməxsus geoloji inkişaf yolu keçmişdir. Zonanın geoloji quruluşunda əsasən kaynozoy yaşlı maqmatik, metamorfik, çökmə mənşəli süxur kompleksləri iştirak edir.

Subqələvi ultraəsasi formasiyanın intruzivləri Talış zonasının ümumi qalxması və intensiv qırışıqlıq prosesinə məruz qalması şəraitində formalaşmışlar (üst eosen – alt oliqosen). Bu zaman uzununa qırılmaların maqmadaşıma və yerləşdirmə fəallığı xeyli zəifləmiş, nəticədə xüsusi çəkisi və sıxlığı kifayət qədər çox olan subqələvi ultraəsasi ərinti yer qabığının yuxarı horizontlarında tufogen-çökmə mənşəli (paleosen, eosen) süxur komplekslərinin aralarına dolaraq, layvarı, sillvarı və ştokvarı intruzivlər əmələ gətirmişlər. Paleosen yaşlı tufluçökmə kompleksinin içərisində Nüdüs qalası, Pəlikeş intruzivləri, eosen yaşlı tuflu-çökmə komplekslərin içərisində isə Hamarat-Əliabad, Motalayataq, Alaşar-Yelağac, Vəlikənd, Rişov və s. intruzivləri formalaşmışdır. Aparılan geoloji, petroloji və mineraloji tədqiqatların əsasında bu intruzivlər iki kompleksə bölünür: 1) subqələvi pikrit-peridotit; 2) subqələvi qabbro-siyenit (Babayeva, 2004).

Tədqiq olunan formasiyanın ayrılmış komplekslərinin əsas süxur tiplərində müvazinətdə olan mineral paragenezislərinin təhlili çox mühüm məlumat mənbəyi hesab oluna bilər. Bu mineral paragenezisləri ilkin ərintinin əmələ gəlmə anından başlayaraq yer qabığının fiziki-kimyəvi və geodinamik şəraitlərdə keçdiyi bütün proseslərin iştirakçısıdır. Məhz bu səbəbdən mineral paragenezislərin tipomorf xüsusiyyətlərinin təhlili böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Subqələvi olivinli, olivinli-klinopiroksenli pikritlərdə və subqələvi peridotitlərdə müvazinətdə olan ilkin mineral paragenezisi olivin-xromşpinel-klinopiroksen-floqopitdən ibarətdir. Bu mineralların kristallaşma temperaturlarını təyin etmək üçün fiziki-kimyəvi cəhətdən əsaslandırılmış müvafiq paleotermometrlərdən istifadə olunmuşdur. Bunlardan Hakli-Raytın (Hakli, 1967), Fabrisin (Fabries, 1979), Karmkaylın (Carmicahael, 1967), Sak (Sak, et al., 1980) və b. termometrləri göstərmək olar. Eyni zamanda, müəyyən aralıq maqmatik ocaqlarda və intruziv kameralarda mineral paragenezislərinin kristallaşma təzyiqləri də təyin edilmişdir.

Olivin-xromşpinel müvazinətini təyin etmək üçün Fabrisin paleotermometrindən istifadə olunmuşdur. Həmin termometrdə olivin (forsterit) və xromşpinelin (məxsusi şpinel) müvazinət əmsalı ($Kd=(Mg/Fe^{+2})^{Ol}/(Mg/Fe^{+2})^{Sp}$) əsasında kristallaşma temperaturu hesablanır. Həmin termometrə görə, adları çəkilən paragenezis subqələvi pikritlərdə və peridotitlərdə 1000-1100° C temperaturda kristallaşırlar. Hakli-Raytin termometrinə görə isə (Hakli, 1967), olivinli-klinopiroksenli müvazinətın kristallaşması 920-980° C temperatur arasında dəyişir.

İlkin daxilolmaların homogenləşmə temperaturu isə 1000-1100° C qədər artır. Aparılan hesablamaların təhlili göstərir ki, subqələvi pikritlər (980-1100° C) subqələvi peridotitlərə nisbətən yuxarı temperaturda kristallaşmışdır. Bilavasitə bu temperatur fərqinə görə intruziv kamerada kristallaşan minerallar qismən heterogen xüsusiyyətə malikdir. Bunun nəticəsində isə, bəzi daxilolmalar da müəyyən qədər kristallaşmışdır. Subqələvi pikritlərdə istər olivin, istərsə də xromşpinel nisbətən homogendir.

Bu kompleksin növbəti paragenezisinə adları çəkilən minerallarla yanaşı, plagioklaz və titanlı maqnetit də qoşulur. Hər iki mineral kristallaşma ardıcıllığı və idiomorfluq dərəcəsi nöqteyi-nəzərdən ksenomorfdur. Başqa sözlə desək, plagioklaz və titanlı maqnetit əvvəlcədən əmələ gəlmiş minerallarn aralarını doldurmaqla, növbəti mineral paragenezisini əmələ gətirir.

Həmin süxurların kristallaşma temperaturları bir qədər azdır. Subqələvi peridotitlər digər diferensiatlara nisbətən (subqələvi plagioklazlı peridotit və subqələvi qabbro-peridotit) xeyli yüksək temperaturda kristallaşmışdır. Hər iki fasiya süxurlarının kristallaşmasında iştirak edən uçucuların təzyiqini təyin etmək üçün maqnetit-ulvoşpinel-ilmenit-hematit müvazinətindən, eləcə də Nikolayev və başqalarının metodik işlərindən istifadə olunmuşdur (Николаев и др., 1996). Alınan nəticələrin təhlili göstərir ki, kompleksin süxurlarının ərintiləri maqnetit-hematit ($fO_2=10^{-6-8}$) və nikel-bunzenit ($fO_2=10^{-11-14}$) buferləri arasında kristallaşmışdır. Bu halda subqələvi olivinli və olivinli-klinopiroksenli pikritlərin ərintisi nikel-bunzenit buferinə yaxın kristallaşmışdır.

Beləliklə, subqələvi ultraəsasi formasiyanın süxurlarının ərintiləri aralıq (subqələvi pikritlər) ocaqlarda və intruziv kamerada kristallaşma differensiasiyasının müşayiəti ilə kristallaşmışdır.

Subqələvi qabbro-siyenit kompleksi süxurlarının tərkibində iştirak edən mineral paragenezisləri nisbətən çoxdur. Subqələvi qabbroidlərdə olivinli-klinopiroksen-plagioklaz-titanlı maqnetit-biotit paragenezisi ayrılır. Lakin subqələvi leykokrat qabbroidlərdə, eləcə də ortoklazlı qabbrolarda və biotitli qabbro-siyenitlərdə olivin və xromşpinel kristallaşa bilmir. Onun əvəzinə sadaladığımız süxurlarda hornblend, ilmenit, ortoklaz və s. minerallar kristallaşır. Digər süxurlarda kaliumlu çöl şpatı (sanidin) ilə yanaşı, nefelin də kristallaşmışdır. Adları çəkilən paragenezislərdə olivin yalnız subqələvi melanokrat qabbrolarda və melanokrat esseksitlərdə rast gəlinir. Həmin süxurların kristallaşma temperaturları 910-930° C arasında dəyişir. Digər süxurlarda təyin olunmuş temperatur 800° C-yə qədər azalır. Kristallaşmanı müşayiət edən oksigenin parsial təzyiqi isə 10^{-6}-dan 10^{-13} qədər azalır. Oksigenin parsiyal təzyiqinin azalması uçucuların qismən itirilməsi ilə izah olunur.

İntruziv kameralarda, eləcə də aralıq maqmatik ocaqlarda kristallaşmanın müxtəlif şəraitlərdə baş verməsini təhlil etdikdən sonra əriməyə məruz qalan özülün tərkibini və onun ərimə dərəcəsini və əldə olunan ərintinin təbiətini təyin etmək vacibdir.

Subqələvi ultraəsasi formasiya süxurlarının ilkin maqmasını təyin etmək üçün İrvinin təklif etdiyi (Ирвин, 1983) maqneziumluluq əmsalından istifadə olunmuşdur. Bu müəllifə görə, ilkin ərinti forsterit tərkibli olivinlə müvazinətdə olmaqla ilkinlik əmsalı 0,21-0,36 arasında dəyişir. Bu nöqteyi-nəzərdən subqələvi olivinli-klinopiroksenli pikrit həm maddi tərkibinə görə və həm də törəmə prosesinə az məruz qaldığına görə ilkin ərintiyə uyğun gəlir. İlkinlik əmsalını hesablamaq üçün İrvinin təklif etdiyi düsturdan istifadə olunmuşdur.

$$Kd = \frac{MgO(L)\cdot Fe_2SiO_4(Ol)}{Mg_2SiO_4(Ol)\cdot FeO(L)}$$

Buradan, Kd= 0,32 alırıq.

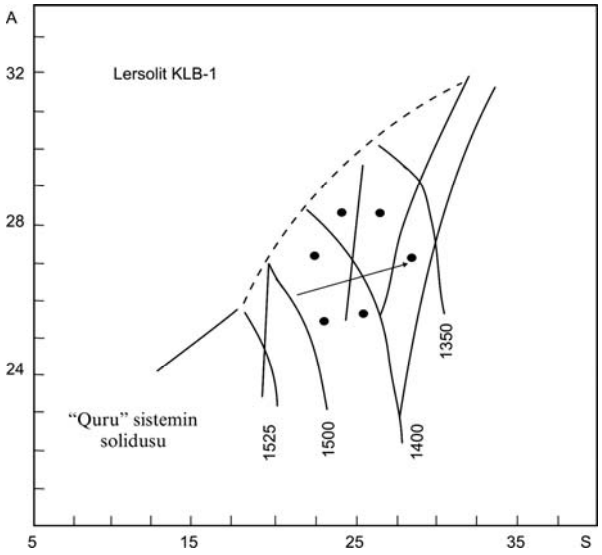
Aparılan hesablamadan göründüyü kimi, subqələvi olivinli-klinopiroksenli pikrit təsvir etdiyimiz formasiyanın ilkin ərintisi kimi qəbul oluna bilər. Buna görə də onun kristallaşma temperaturu xeyli yüksəkdir (t=1250°C), zəif diferensiasiya prosesinə məruz qalmışdır. Həmin süxurun olivin möhtəvisində nikelin konsentrasiyası 2000 q/t-a çatır. Bütün bu əlamətlərlə yanaşı, süxur lantanla az zənginləşmişdir. Beləliklə, təhlil etdiyimiz formasiyanın süxurları zəif diferensiasiyaya uğramış subqələvi pikrit maqmasının məhsuludur.

Əriməyə məruz qalan substratın tərkibini təyin etmək üçün bir sıra amillərdən istifadə olunur (Корарко, 1988). Bir qayda olaraq üst mantiya özülü plagioklazlı, şpinelli, qranatlı peridotitlərdən, eləcə də pirolitdən ibarət olduğu güman edilirdi. Lakin son illər astenosfer və litosfer özüllərinin qeyri-bircinsliliyi E.Yaquats və başqaları (Jagoutz et al., 1979), S.S.Sun (Sun, 1982), T.İ. Frolova (Фролова, 1997) və başqaları tərəfindən sübut olunmuşdur. Bu mütəxəssislər əsasən qeyri-kogerent elementlərin müxtəlif konsentrasiyası əsasında üst mantiya özülünün metasomatik yolla dəyişməsini sübut etmişlər. Onlar astenosfer qatının yuxarı hissələrində gedən karbid və hidrit qarşılıqlı reaksiya nəticəsində yaranmış qaz axınlarının köməyi ilə özülün müxtəlif dərəcədə dəyişməsini israr edirlər. Son illər K.D.Litasov, N.L. Dobresov və başqaları (Литасов и др., 1999) üst mantiya özülünün metasomatik yolla dəyişməsində qaz axınları ilə yanaşı, qismən astenosfer ərintilərinin də iştirak ediyini iddia edirlər. Qeyd olunan nöqteyi-nəzəri isbat etmək məqsədilə tədqiqatçılar Yer qabığının daha dərin hissələrinə nüfuz etmiş dərinlik qırılmaların səthə gətirdiyi süxur və mineral daxilolmalarının modal mineraloji tərkiblərini əsas götürürlər.

Öyrənilən süxur və mineral daxilolmalarının struktur vəziyyətlərinin, eləcə də maddi tərkiblərinin təhlili göstərir ki, onlar yüksək termobarik şəraitdə kristallaşır və əsasən floqopitli, amfibollu peridotitlərdən (qranatlı, bəzən də şpinelli) və klinopiroksen, floqopit, qranat meqakristallarından təşkil olunmuşlar. Bu süxur və mineral daxilolmaları Yer qabığının geodinamik vəziyyətindən asılı olaraq, bir halda maqma tərəfindən tamamilə əridilmiş, digər halda isə qismən əriyərək yer səthinə qədər daşınmışdır. Hər iki halı müəyyən etmək üçün qeyri-kogerent elementlərin ərintidəki konsentrasiyasından və qarşılıqlı nisbətlərindən istifadə olunur.

Subqələvi ultraəsasi formasiya komplekslərinin ilkin maqması olan subqələvi pikrit ərintisinin formalaşma mexanizmini təhlil edək.

Üst mantiya özülünün ərimə dərəcəsini və təzyiqini təyin etmək məqsədilə A-S diaqramından istifadə olunmuşdur (şək.1). Diaqramda S komponenti təzyiqin (SiO_2, Fe_2O_3, FeO) və temperaturun (MgO) dəyişməsinə həssas olan oksidlərdən, A komponenti isə P-T şəraitinin variasiyasına az həssas olan oksidlərdən (Al_2O_3, CaO, Na_2O, K_2O) ibarətdir.



1-ci şəkil. Subqələvi ultraəsasi formasiya süxurlarının tərkiblərinin A-S diaqramında variasiyası.
$A=Al_2O_3+CaO+Na_2O+K_2O$
$S=SiO_2-(Fe_2O_3+FeO+MgO)$ (%).

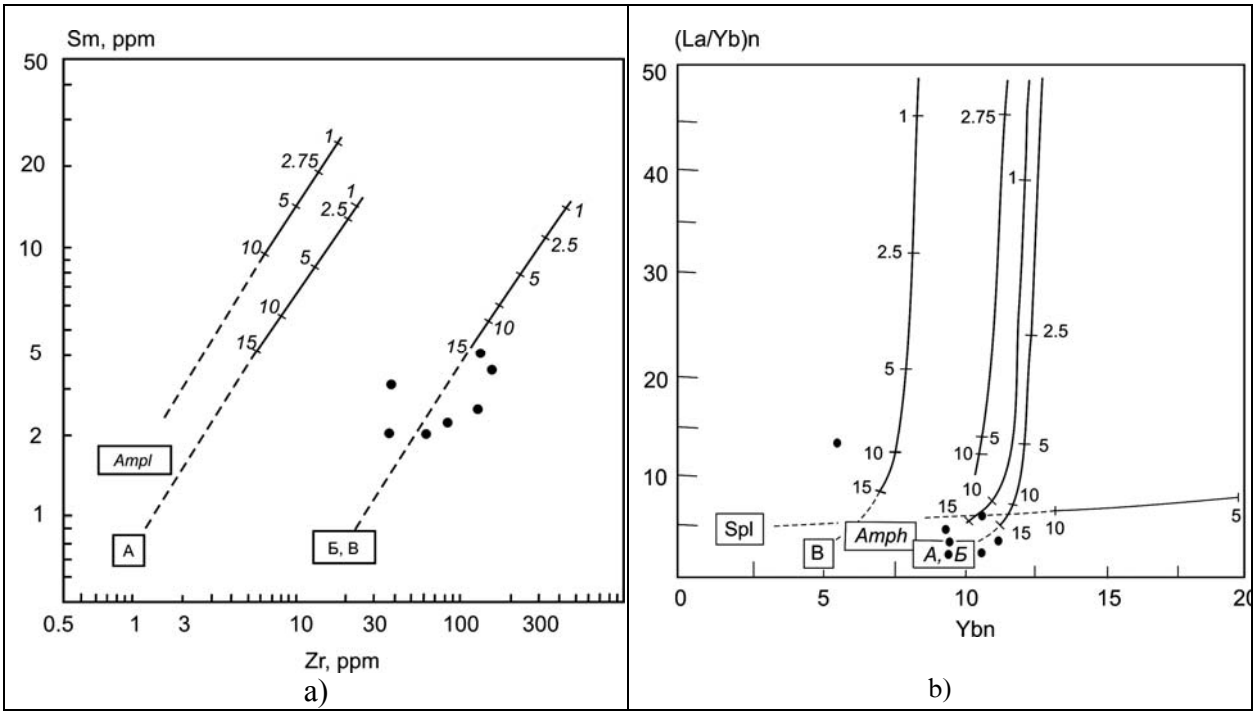
Şəkildən göründüyü kimi, subqələvi ultraəsasi formasiyaya uyğun özül 20-25 kbar təzyiqdə və 1350-1400° C temperaturda ərimişdir.

Subqələvi pikrit və peridotitdə piropalmandin tərkibli qranatın, məxsusi şpinel molekulası ilə doymuş xromşpinelin olması üst mantiya özülünün metasomatitləşmiş qranatlı və şpinelli peridotitdən ibarət olduğunu söyləməyə əsas verir. Özülün qismən ərimə dərəcəsinin təyinində S.S.San (Sun, 1982), Çavel və başqalarının (Chouvel et al., 1984), L.N.Koqarkonun (Корарко, 1998), Ryabçikovun (Рябчиков, 1997) üsullarından istifadə olunmuşdur. Bu müəlliflərə görə, eləcə də bizim (Məmmədov, 2001) tədqiqatlara əsasən, metasomatik prosesə məruz qalmış qranatlı-şpinelli peridotit özülü mərhələli ərimə prosesinə məruz qalmışdır.

M.N.Məmmədova görə (Мамедов, 1999), özül birinci dəfə az miqdarda əriyərək (2,5-9%), yüngül elementlərlə qismən kasıblaşmışdır. Təkrar ərimə prosesi zamanı isə (Babayeva, 2004) ayrılmış subqələvi pikrit maqması çətin əriyən ağır elementlərlə xeyli zənginləşmişdir. Başqa sözlə, özül qismən depletasiya prosesinə uğramışdır. Təqdim olunmuş şəkillərdən göründüyü kimi (şək.2 a,b), özül 17%-ə qədər ərimişdir. Birinci şəkildə sa-

mariumla sirkonium arasındakı asılılıq öz əksini tapmışdır (şək. 2b).

İkinci şəkil isə (şək.2a) kömürlü xondritə görə normalaşdırılmış (La/Yb_N-Yb_N) nisbəti əks etdirir. Hər iki halda ərimənin miqdarı 17%-ə qədərdir. Lakin hər iki şəkildən göründüyü kimi, özülün tərkibi şpinel əyrisindən aşağıda yerləşməklə qranatlı fasiyaya yaxınlaşır. Özülün tərkibi qranatlı, mikalı harsburgit və lersolitə yaxındır. Həmin özüllərdə fosforun və flüorun daşıyıcısı olan apatit də iştirak edir. Təqdim olunmuş materialların təhlili göstərir ki, həqiqətən, əriməyə məruz qalan özül qeyri-kogerent elementlərlə xeyli zənginləşmişdir.

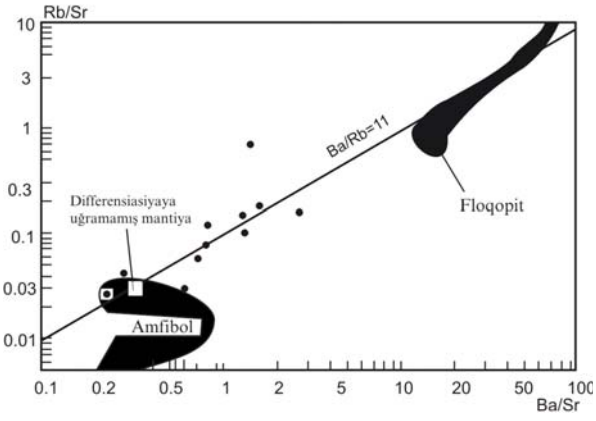


2-ci şəkil. Subqələvi ultraəsasi formasiya süxurlarında Sm-Zr (a) və xondritə görə normallaşmış (La/Yb)n–Ybn (b) konsentrasiyaları koordinatlarında üst mantiya özülünün qismən ərimə modeli

Digər bir məqamın açıqlanması da mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Qələvi (Rb) və qələvi torpaq (Sr, Ba) elementlərinin subqələvi ultraəsasi formasiya komplekslərinin süxurlarında, paylanma nisbəti əsasında tərtib olunmuş diaqramdan göründüyü kimi, əriməyə məruz qalan özül (şək.3), həqiqətən, yüngül elementlərlə kasıblaşmışdır. Məhz buna görə də kompleksin süxurları floqopitlə amfibol arasında cəmləşmişlər.

Məlumdur ki, rubidium əsasən floqopitdə və kaliumlu çöl şpatlarında toplanır, yəni hər iki mineralda kaliumu əvəz edir. Barium da, demək olar ki, oxşar geokimyəvi təbiətlidir.

Lakin stronsium yüksək təzyiqdə, başqa sözlə desək, plagioklaz kristallaşa bilməyən anda amfibolda və apatitdə kalsiumu əvəz edir.



3-cü şəkil. Subqələvi ultraəsasi formasiya süxurlarında Rb/Sr, Ba/Sr nisbətlərinin variasiyası

Beləliklə, ərimələ məruz qalan özülün ikinci mərhələsi yenə də yüngül elementlərlə qismən kasıblaşmanı isbat edir.

Yüngül elementlərlə qismən kasıblaşmış və depletasiyaya uğramış subqələvi pikrit maqması, qeyd etdiyimiz kimi, iki bir-birindən fərqlənən geoloji şəraitdə formalaşmışdır.

Birinci halda həmin ərinti aralıq maqmatik ocaqda subqələvi pikritlərin möhtəvi mineral paragenezislərinin kristallaşması ilə başlamışdır. Əsas kütləni təşkil edən hissə Yer qabığının yuxarı horizontlarında və ya yer səthinə yaxın yerlərdə kristallaşır. Burada, yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, subqələvi olivinli-klinopiroksenli pikrit çox az diferensiasiya prosesinə məruz qalmışdır.

İkinci halda, yəni intruziv kamerada isə ardıcıl, lakin qismən zəif diferensiasiya prosesi hətta çöl-tədqiqat işləri zamanı aydın müşahidə olunur. Lakin subqələvi qabbroid ərintisinin birinci kompleksə təsiri də hər an özünü biruzə verir.

NƏTİCƏ

1. Subqələvi ultraəsasi formasiya komplekslərinin ilkin ərintisi üst mantiya özülünün, yəni qranatlı-şpinelli peridotitin metasomatik prosesə məruz qalması nəticəsində alınan subqələvi pikrit maqması kimi təyin olunmuşdur.

2. Sıxlığı azalmış özülün ərintisi 17%-ə qədər olmuşdur və ərimə 20-25 kbar ümumi təzyiqdə baş vermişdir.

3. Özül qeyri-kogerent elementlərlə bir qədər zənginləşmiş və nəticədə ilkin ərintidə onların konsentrasiyası müəyyən olunmuşdur.

ƏDƏBİYYAT

BABAYEVA, G.C. 2004. Talış zonasının subqələvi ultraəsasi formasiyasının petroloji-geokimyəvi xüsusiyyətləri. Namiz.diss. avtorefer. Bakı.

ИРВИН, Т.Н. 1983. Изверженные породы, состав которых обусловлен аккумуляцией и сортировки кристаллов. В кн.: *Эволюция изверженных пород*, Мир, Москва, 241-300.

КОГАРКО, Л.Н., РЯБЧИКОВ, И.Д. 1988. Дифференциация мантии Земли (по геохимическим данным). *Геохимия*, 2, 223-235.

КОГАРКО, Л.Н. 1998. Щелочной магматизм в ранней истории Земли. *Петрология*, т.6, 3, 251-258.

ЛИТАСОВ, К.Д., ДОБРЕЦОВ, Н.Л., СОБОЛЕВ, А.В. 1999. Свидетельства реакционного просачивания расплава в верхней мантии по данным изучения перидотитов ксенолитов из базальтов Витимского и Удоканского вулканических полей Забайкалья. *Докл. АН РАН,* т.368, 4, 525-529.

MƏMMƏDOV, M.N., BABAYEVA, G.C. 2001. Talış zonasının subqələvi ultraəsasi intruzivlərinin mineralogiyası və geokimyası. Nafta-press, Bakı.

МАМЕДОВ, М.Н. 1999. Петрология и геохимия позднемеловых и эоценовых магматических формаций Малого Кавказа и Талыша. Нафта-пресс, Баку.

НИКОЛАЕВ, Г.С., БОРИСОВ, А.А., АРИСКИН, А.А. 1996. Новые fo_2 барометры для заколочных стекл различных петрохимических серий. *Геохимия*, 9, 836-839.

РЯБЧИКОВ, И.Д. 1997. Состав верхней мантии Земли. *Геохимия,* 5, 467-478.

ФРОЛОВА, Т.И. 1997. Магматические формации современных геотектонических обстановок. Изд-во МГУ, Москва.

CARMICAHAEL, I.S. 1967. The iron-titanium oxides of salic volcanic rocks and their associated ferromagnesian silicates. *Contr. Minerology and Petrology*, 14, 36-64.

CHOUVEL, C., JAON, B.M. 1984. Nd-Sr isotope and REE geochemistry of alkali bazalts from the massif central France. *Geochim and Cosvochim acta*, v.48, 1, 93-110.

FABRIES, J. 1979. Spinel-olivine geothermometry in peridotites form ultramafic complexes. *Cont. Minerology and Petrology*, 69, 329-336.

HAKLI, T.A., WRIGHT, T.L. 1967. The fractionation of nicel between olivine and augite as a geothermometer. *Geochim. et cosmochim acta,* 31, 877-884.

JAGOUTZ, E., PALLME, H.H. et al. 1979. The abundances of major, minor and trace elements in the Earth's mantle as derived from primitive ultramafic nodules. *Proc. Lunar Sci. Conf.*, 10, 2031-2050.

SACK, R.O., CARMICAHAEL, I.S., RIVERS, S.E., GHIORSO, M.S. 1980. Ferric-ferous equilibria in natural silicate liquids at 1 bar. *Contr. Minerology and Petrology*, 75, 369-376.

SUN, S.S. 1982. Chemical composition and origin of the earth's primitive mantle. *Geochim. Cosmochim Acta,* 46, 179-192.

Məqaləyə AMEA-nın müxbir üzvü A.D.İsmayılzadə rəy vermişdir

© Г.С.Гусейнов, 2006

ПОВЕДЕНИЕ ЗОЛОТА В МЕДНОКОЛЧЕДАННЫХ РУДАХ ГЫЗЫЛБУЛАГСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (МАЛЫЙ КАВКАЗ)

Г.С.Гусейнов

Министерство Экологии и Природных Ресурсов
AZ 1073, Баку, ул. В.Агаева, 100A

Аналитические и микроскопические исследования показали, что медноколчеданные руды Гызылбулакского месторождения содержат золото. Неравномерное распределение золота в различных типах руд и мономинеральных фракциях основных сульфидных минералов (пирит, халькопирит, сфалерит), а также срастание его с пиритом и халькопиритом и гранулометрический состав самородного золота (0,001-2,00 мм) позволяют предположить, что золото в месторождении образовалось в двух генерациях. Золото первой генерации отмечается в раннем в пирите в тонкодисперсном состоянии, а вторая генерация его связана с поздними процессами минералообразования.

Содержание золота в рудах медноколчеданных месторождений обычно во много раз превышает его кларк в горных породах, но оно гораздо ниже, чем в собственно золоторудных месторождениях. Если учитывать большой объем рудной массы колчеданных месторождений, последние считаются одними из перспективных источников дополнительного получения золота. Поэтому изучение золотоносности колчеданных руд представляет собой большой научный и практический интерес.

В настоящей статье рассматриваются вопросы распределения сопутствующей золотой минерализации в медноколчеданных рудах Гызылбулагского месторождения. Месторождение расположено в зоне сопряжения Агдамского и Гарабахского антиклинориев и приурочено к центральной части Дромбонской вулканокупольной структуры, представляющей собой сильно эродированный стратовулкан. В геологическом строении принимают участие батского возраста лаво-пирокласические отложения андезибазальтового и в меньшей мере дацит-риодацитивого составов. Из интрузивных образований на месторождении отмечаются кварцевые диориты. Основной рудоконтролирующей структурой месторождения является глубинный Гызылбулагский разлом субмеридионального простирания, падающий на восток под углом 55-60°. Рудная залежь имеет форму вогнутой линзы и локализована среди гидротермально-измененных сульфидизированных лав дацит-риодацитов, которые на нижних горизонтах месторождения сменяются пропилитизированными андезибазальтами и андезитами.

Минеральный состав и текстурно-структурные особенности руд являются важными источниками информации об условиях формирования месторождения, времени осаждения золота и его пространственной связи с определенными минералами и минеральными ассоциациями. Поэтому детальное изучение вышеуказанных особенностей руд имеет большое практическое значение при определении степени золотоносности колчеданных руд названного месторождения. Установлено, что на данном месторождении главными рудообразующими минералами являются пирит, халькопирит, второстепенными – сфалерит, арсенопирит и галенит, а из жильных – кальцит, кварц и барит. Текстуры руд преимущественно массивные, прожилково-вкрапленные и гнездовые. Структура руд аллотриоморфнозернистая, гипидиоморфнозернистая. Выделяются кварц-пиритовая, кварц-пирит-халькопиритовая, кварц-халькопиритовая, халькопирит-сфалеритовая и кварц-карбонатная стадии минералообразования.

Для изучения золотоносности и характера распределения золота в медноколчеданных рудах Гызылбулагского месторождения нами были использованы результаты пробирного и различного химического анализа проб, отобранных из подземных горных выработок, керна буровых скважин, а также специально подобранная коллекция аншлифов и шлихи из протолочек рудных проб.

По данным результатов многочисленных анализов установлено, что все перечисленные минеральные ассоциации и мономинеральные фракции основных сульфидных минералов (пирит, халькопирит, сфалерит) являются в той или иной степени золотоносными. Содержание и характер распределения золота в каждом типе руд и мономинеральных фракциях различные (табл. 1).

Таблица 1

Типы руд	Кол-во проб	Предел содержания *Au*,у.е.	Среднее содер. *Au*,у.е.	Среднеквадратичное отклонение, у.е.
Минеральные ассоциации:				
Кварц-пиритовая	46	0,1-1,0	0,6	-
Кварц-пирит-халькопиритовая	294	06-80,0	2,8	9,82
Кварц-халькопиритовая	122	3,0-42,0	9,1	8,84
Халькопирит-сфалеритовая	160	01-80,0	5,9	14,40
Кварц-карбонат	60	сл-08	0,1	-
Мономинералы:				
Пирит	28	01-11,0	1,6	-
Халькопирит	26	03-44,5	6,2	-
Сфалерит	23	01-26,0	2,8	-

В кварц-пиритовых рудах содержание золота невысокое и находится в пирите в тонко-дисперсном состоянии. Кварц-пирит-халькопиритовая минеральная ассоциация занимает секущее положение по отношению к полям развития ранних кварц-пиритовых ассоциаций. Согласно Т.Н.Шадлуну (1950), Н.В.Петровской (1960) и др. исследователям, данная минеральная ассоциация образовалась на втором рудном этапе минералообразования, когда переотложение золота оказалось ведущим процессом, способствующим золотоносности медноколчеданных руд. Источником золота, вероятно, послужили ранее образованные, впоследствии раздробленные и перекристаллизованные серноколчеданные руды. Повышенная концентрация золота (9,1 у.е.) отмечается на кварц-халькопиритовой стадии минерализации, которая широко развита непосредственно около рудоподводящего канала в виде штокверка и накладывается на ранее образованные колчеданные руды после межэтапного дробления, рассланцевания и метаморфизма руд. Халькопирит-сфалеритовые руды содержат золото в широком диапозоне – 0,1-80 у.е. (в среднем 5,9 у.е.).

Следует заметить, что кроме кварц-пиритовых руд во всех вышеперечисленных минеральных ассоциациях основными носителями золота являются халькопирит и, возможно, сфалерит, о чём свидетельствует золотоносность мономинеральных фракций халькопирита и сфалерита, составляющих в среднем 6,2 у.е. и 2,8 у.е. соответственно. Также уместно отметить, что в кварц-халькопиритовых рудах наблюдается увеличение среднего размера частиц самородного золота. Это, по-видимому, связано с переотложением и укрупнением раннего мелкого и тонкодисперсного золота кварц-пиритовой ассоциации (Баба-заде и др., 2002).

На основании полученных данных построены гистограммы распределения золота по каждой минеральной ассоциации и мономинеральной фракции отдельно (рис. 1 и 2).

Гистограммы распределения содержания золота в кварц-пирит-халькопиритовых рудах показали, что максимум соответствует интервалам 2-5 у.е. и составляет 33% по золоту. По кварц-халькопиритовой минеральной ассоциации отмечаются два максимума (рис. 1), соответствующие интервалам 2-5 у.е. и 5-10 у.е. и составляющие 32% по золоту. Это ещё раз подтверждает, что на данном месторождении основными золотоносителями являются кварц-халькопиритовые руды. Пик содержания золота по халькопирит-сфалеритовой минеральной ассоциации согласно гистограмме соответствует интервалам 0,1-2 у.е. и, как видно из рис. 1, составляет 49 % по золоту.

Как было отмечено выше, мономинеральные фракции основных сульфидных минералов (пирит, халькопирит, сфалерит) являются золотосодержащими. Но результаты анализов показали, что повышенные содержания золота отмечаются только в халькопирите (6,2 у.е.). Это объясняется тем, что золото представлено микровключениями собственных минералов и повышение его в сульфидах тесно связано с принадлежностью последних к определённой минеральной ассоциации и прямо согласуется с повышением содержаний соответствующих элементов в рудах. Поэтому наибольшее содержание золота свойственно халькопиритам (Гусейнов, 1986).

На основании результатов проанализированных проб мономинеральных фракций построены гистограммы (рис. 2).

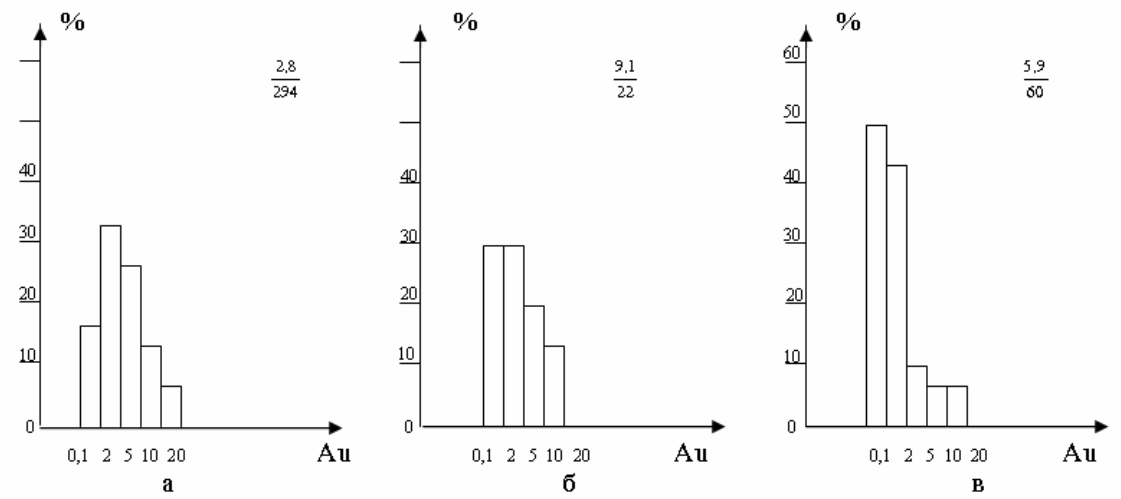


Рис. 1. Гистограммы распределения содержания золота в различных типах руд Гызылбулагского месторождения по данным пробирного анализа: а – кварц-пирит-халькопиритовые; б – кварц-халькопиритовые; в – халькопирит-сфалеритовые. По оси абцисс – класс содержаний в у.е.; по оси ординат – частота встречаемости в %. В дроби: числитель – среднеарифметическое содержание в у.е. ; знаменатель – число проанализированных проб.

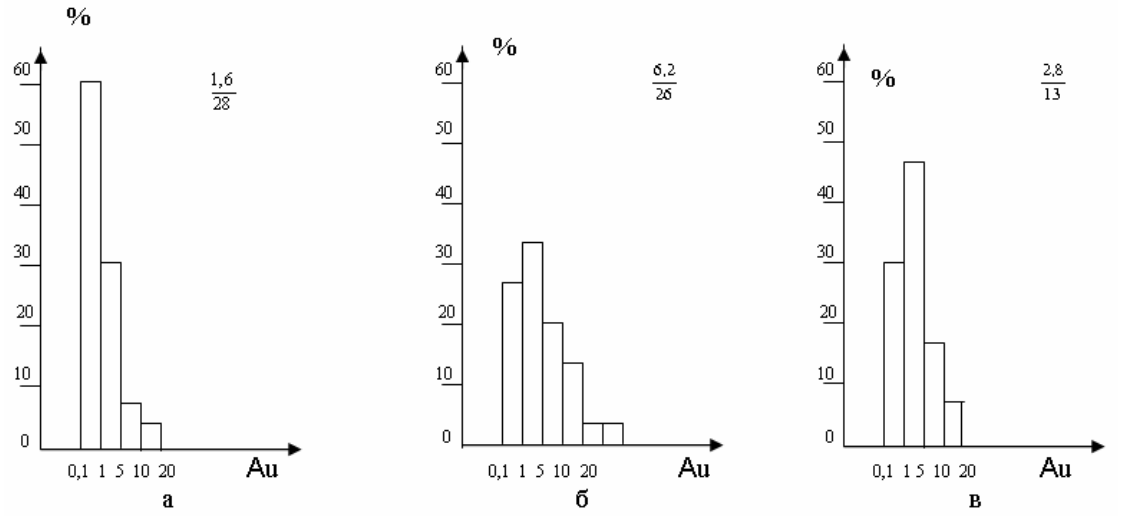


Рис. 2. Гистограммы распределения содержания золота в мономинеральных фракциях основных сульфидных минералов по данным атомно-абсорбционной спектрометрии: а – пирит; б – халькопирит; в – сфалерит; по оси абсцисс – класс содержаний Au в у.е.; по оси ординат – частота встречаемости в % . В дроби: числитель – среднеарифметическое содержание в у.е.; знаменатель – число проанализированных проб.

Как видно из рис. 2, пики на гистограмме отмечаются при содержании золота 0,1 – 1 у.е. в пирите, 1-5 у.е. в халькопирите и сфалерите, что соответствует соответственно 58,7, 36 и 45%. Отмечается одномодальное распределение золота в халькопирите, что указывает на принадлежность золота из халькопирита к одной статистической совокупности, характеризующейся единой стадией минералообразования.

Формы выделения и местонахождение. Микроскопическими исследованиями установлено, что золото в рудах месторождения находится в самородном состоянии и имеет различные формы выделения. Золотины, локализованные внутри халькопирита и пирита, имеют, как правило, каплевидные, округлые и овальные формы выделения. Золото, имеющее неправильные формы выделе-

ния, как известно (Петровская, 1973), всегда находится в срастании с рудообразующими минералами, в том числе пиритом, арсенопиритом, халькопиритом, сфалеритом и блеклыми рудами. Аналогичные особенности самородного золота отмечаются в некоторых аншлифах описываемого месторождения. В виде неправильного выделения самородное золото наблюдается в срастании с пирит-кварцем, пирит-халькопиритом и халькопирит-кварцем (рис.3).

Также имеются золотины в виде тонких прожилок, заполняющие трещины в кварце и халькопирите, что дает основание предполагать более позднее его образование (Гусейнов, 1988). Выделенное самородное золото из проб протолочек, как правило, имеет сильно уплощенную форму. Часто встречаются комковидные, лепешковидные (как результат уплощения изометричных золотин) и жилковидно-пластинчатые формы выделения. Индивидуальные золотины в плане обнаруживают неясные признаки дендритовидного строения, расщепляясь на отдельные ветви. К сожалению, нет полной уверенности в том, что уплощение не связано хотя бы частично с деформацией золотин при дроблении проб. Изредка встречаются изометричные и близкие к октаэдру формы. Последняя, как известно (Шафрановский, Малкова, 1950), является для золота равновесной формой и образована гранями с наиболее высокой ретикулярной плотностью.

Гранулометрический состав золота. Крупность золота является одним из основных факторов, определяющих технологическую схему переработки золотосодержащих руд. Поэтому изучение гранулометрического состава самородного золота имеет большой практический интерес при технологических процессах. С этой точки зрения изучение гранулометрического состава самородного золота Гызылбулагского месторождения имеет важное значение. Изучением гранулометрического состава золота в аншлифах и рудных протолочках установлено, что в аншлифах размерность их колеблется от 15 до 20 мкм. Учитывая, что вероятность обнаружения крупных частиц в аншлифах низка, можно считать, что приведенные размеры отклоняются от средних в меньшую сторону и среднестатистические размеры золота составляют в действительности 40-50 мкм (с учетом его данных, полученных по пробам-протолочкам). Размер частиц золота, извлеченного из проб-протолочек, колеблется от 0,1 до 2,0 мм и более. Эти размеры, конечно, не являются в полной мере представительными, поскольку наиболее мелкие частицы при дроблении и промывке не извлекаются.

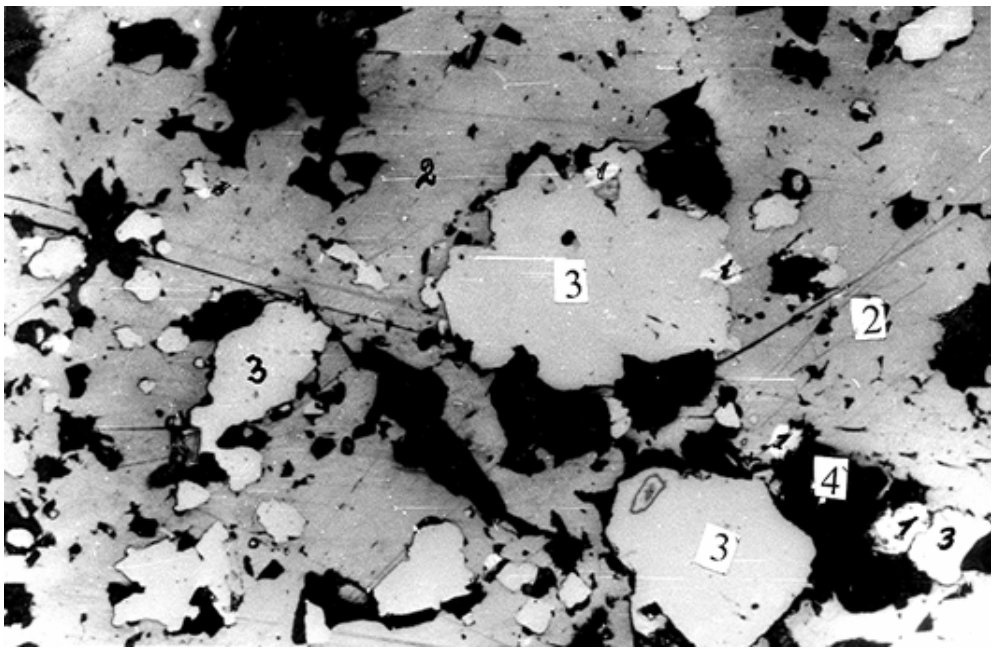


Рис. 3. Местонахождение и формы выделения самородного золота.
1 – золото; 2 – халькопирит; 3 – пирит; 4 – кварц

Таким образом, распределение золота в различных типах руд и мономинеральных фракциях, местонахождение золота и взаимоотношение его с основными сульфидными минералами (пирит, халькопирит, сфалерит) и кварцем, а также гранулометрический состав самородного золота позволяют предполагать, что золото в Гызылбулагском месторождении имеет две генерации: золото первой генерации, кристаллизовавшееся синхронно с ранними сульфидами, главным образом с пиритом, рассеяно в них в тонкодисперсном состоянии; основная масса золота второй генерации сформировалось близко по времени с халькопиритом в позднюю кварц-халькопиритовую стадию минерализации. Необходимо отметить, что каждая последующая генерация золота, вероятно, связана частично с переотложением раннего золота.

Элементы – примеси. Распространенность и степень концентрации примесей в самородном золоте зависят как от формационной принадлежности месторождения, так и от геохимической специфики региона (Николаева, 1978).

Эмиссионным спектральным микроанализом (по методике И.П.Ланцева) установлено, что самородное золото Гызылбулагского месторождения содержит нижеследующие элементы-примеси: 16-18% Ag, 0,18-0,20% Cu, 0,057-0,070% Fe, 0,0001% Mn, реже Hg (0,1%), Sb (0,0002%) и As (0,00015%). Как видно, из элементов-примесей в самородном золоте наиболее высокие концентрации характерны для Cu и Fe, остальные элементы содержатся от тысячных до стотысячных долей процента.

Как известно, серебро и медь являются постоянными спутниками золота, с которыми золото образует твердые растворы (Петровская, 1973). А повышенная их концентрация в самородном золоте зависит от ряда факторов, в том числе от температуры, состава гидротермальных растворов и от параметров Eh-pH в период минералообразования.

Химический состав золота. Определение атомно-абсорбционным методом состава золотинок из проб-протолочек позволило установить, что проба золота колеблется от 652 до 953 ‰, составляя в среднем 819 ‰ по 25 определениям. Модальное значение попадает в диапазон 800-900 ‰ (рис.4), соответствующий умеренно-высокопробному золоту по классификации (Петровская, 1973).

Технологическими исследованиями установлено (Ахмедов и др., 1988), что приблизительно 92 % золота, содержащегося в рудах Гызылбулагского месторождения, находится в самородном состоянии и лишь 5,1 % извлекается из сульфидов после их растворения.

По данным фазового анализа в ассоциации с сульфидами находится около 67 % золота, 17,2 % составляет свободное золото, извлекаемое амальгамацией, только 3,5 % золота заключено в силикатах и в кварце и не вскрывается при измельчении руды до 0,074 мм. По результатам фазового анализа на данном месторождении установлена пробность золота 867 ‰.

Следует отметить, что изучение химического состава золота затрудняется тем, что его состав по месторождению и в отдельном рудном теле изменчивый. Поэтому, чтобы получить представление о среднем составе самородного золота по месторождению, следует проанализировать большое число золотин, иначе результаты могут оказаться случайными.

Чтобы уточнить пробность золота в изученном месторождении было использовано определенное количество золотин, извлеченных из протолочек рудных проб. Химический состав каждой золотины определен микрозондовым анализом в отдельности (таб. 2).

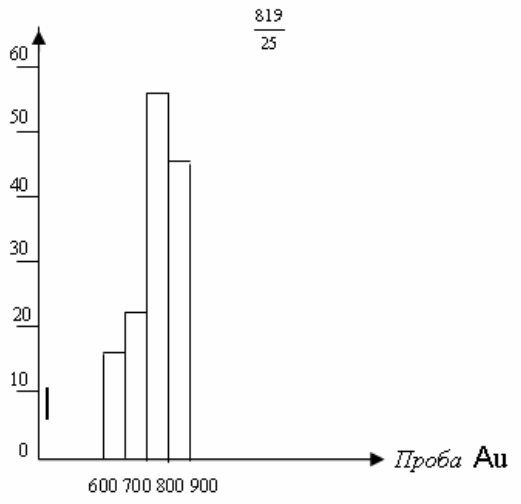


Рис. 4. Гистограмма распределения пробы золота по данным атомно-абсорбционной спектрометрии. По оси абцисс-проба золота; по оси ординат – частота встречаемости в % отн. В дроби: числитель – пробность (среднеарифметическое); знаменатель – количество анализов.

Таблица 2

№	Au	Ag	Hg	Пробность Au
1	99,35	0,62	0	99,97
2	93,75	3,50	0	97,25
3	72,0	25,30	0,14	97,44
4	76,70	23,75	0	100,45
5	84,61	13,83	0	98,44
6	78,64	21,12	0,1	99,86
7	96,50	3,75	0,74	100,99
8	89,62	9,10	0	98,72
9	91,76	7,73	0	99,49
10	79,50	19,75	0	99,25
11	98,15	1,50	0,11	99,76

Как видно из табл .2, полученные суммы элементов большинства анализов близки к 100 %, а содержание золота близко или же соответствует пробе золотин, которая колеблется от 720 до 993 ‰. При этом следует учесть, что анализы № 1,7,11 относятся к корозионным высокопробным оболочкам гипергенного происхождения, поэтому среднее значение пробы составляет около 840 ‰, т.е. близко к значению, рассчитанному по данным фазового анализа (867‰). Несоответствие в содержании примесей между данными эмиссионного спектрального микроанализа и микрозондового анализов объясняется тем, что в первом случае в анализируемую пробу попадают микрочастицы минералов продуктивного парагенезиса (Cu, Fe), располагающиеся на поверхности золотин. Что касается марганца, то его содержание существенно ниже уровня, детектируемого микрозондовым анализом.

Также была изучена пробность самородного золота на разных гипсометрических уровнях месторождения.

По результатам анализов проб, отобранных по вертикальному разрезу рудного тела, выявлена минералогическая зональность. В соответствии с минералогической зональностью изменяется пробность золота (Гришин, Косяк, 1968). Эта закономерность находит свое подтверждение в описываемом месторождении. Самородное золото, находящееся в рудах верхнего горизонта (горизонт-755 м) месторождения, является низкопробным (650-780 ‰) и содержит ряд легколетучих элементов-примесей (Hg, Sb и As). Содержание меди, как элемента-примеси, в самородном золоте невысокое (0,06-0,9 %). На нижнем горизонте (горизонт-725 м) отмечается более высокая пробность золота (830-850‰), и обращает на себя внимание тот факт, что в самородном золоте практически полностью отсутствуют вышеперечисленные легколетучие (Hg, Sb и As) элементы-примеси. Одновременно с этим концентрация меди в самородном золоте заметно увеличивается (0,18-0,20%). По видимому, обогащение золота медью произошло в результате диффузионного обмена между золотом и вмещающими минералами.

Не исключено и влияние на пробность золота пострудного термального метаморфизма, обусловленного внедрением даек андезибазальтов, наблюдаемым в районе нижнего горизонта.

Кроме вышеотмеченного, на пробность золота могут влиять величина давления и температура при минералообразовании, а также состав гидротермальных растворов, из которых отложились золотины. К сожалению, наши возможности не позволили определить эти факторы.

Внутреннее строение золота. Изучение особенностей внутреннего строения самородного золота способствует выявлению минералогических критериев, позволяющих судить об образовании золотоносных руд, глубине отложения, стадийности и этапности, наличии пострудных деформаций и истории формирования (Николаева, 1978).

Для определения внутреннего строения самородного золота месторождения были использованы результаты исследований про-

травленных монтированных аншлифов, которые подверглись травлению в парах царской водки раствором хромового ангидрита. По данным оптических исследований выявлено, что золото из Гызылбулагского месторождения однородное.

Такое внутреннее строение характерно для умеренно-высокопробного золота (Петровская, 1973). При детальном изучении состава самородного золота на зонде в отдельных золотинах выявлена зональность.

Таким образом, в результате проведенных исследований изучены характер распределения золота в рудах и типоморофные особенности самородного золота (формы выделения, местонахождения, внутреннее строение, элементы – примеси), которые могут быть использованы как поисковые критерии при геолого - разведочных работах.

Установленные данные о гранулометрии, основных сульфидных минералах, характере срастаний и химическом составе самородного золота имеют важное значение для разработки технологии комплексной переработки золотосодержащих медноколчеданных руд.

ЛИТЕРАТУРА

АХМЕДОВ, А.З. и др., 1988. Разработать технологии обогащения медно-золотых руд Кызылбулагского месторождения с проверкой рекомендуемой схемы на полупромышленной установке. *Тр. НИГРИ*, Москва, вып.276.

БАБА-ЗАДЕ, В.Г., ГУСЕЙНОВ, Г.С. и др. 2002. Золото в медноколчеданных рудах Кедабекского месторождения (М.Кавказ). *ВЕСТНИК Бакинского университета*. Баку, 1.

ГРИШИН, В.М., КОСЯК, Е.К. 1968. О причинах колебания пробности золота. В.сб.: *Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана*. Алма-Ата, 1.

ГУСЕЙНОВ, Г.С. 1988. Типоморфизм самородного золота в медноколчеданных месторождениях Сомхето-Карабахской зоны Малого Кавказа. В кн.: *Вопросы геологии, поисков, разведки и обогащения минерального сырья цветных, благородных металлов и алмазов.* ЦНИГРИ, Москва.

ГУСЕЙНОВ, Г.С. 1986. Распределение золота и серебра в рудных телах Гызылбулагского месторождения. В кн.: *Разработка прогнозно-оценочных критериев и вопросов освещения месторождений цветных благородных металлов и алмазов*. ЦНИГРИ, Москва.

НИКОЛАЕВА, Л.А. 1978. Генетические особенности самородного золота как критерии при поисках и оценке руд и россыпей. Недра, Москва, 96.

ПЕТРОВСКАЯ, Н.В. 1973. Самородное золото. Наука, Москва, 345.

ШАФРАНОВСКИЙ, И.И., МАЛКОВА, К.М. 1950. О кристаллографии минералов группы меди. *Зап. Всес. минерал. об-ва*, 79, 4.

ПЕТРОВСКАЯ, Н.В. 1961. О минеральных ассоциациях и некоторых условиях формирования колчеданных месторождений Южного Урала. *Геология рудных месторождений*, 12.

ШАДЛУН, Т.Н. 1950. Особенности минералогического состава, структур и текстур некоторых колчеданных месторождений Урала. В кн.: *Колчеданные месторождения Урала*. Москва.

Редколлегия

© М.И.Исаева, А.Г.Рзаев, 2006

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА И СЕЙСМОМАГНИТНЫЙ ЭФФЕКТ ГОРНЫХ ПОРОД ШЕКИ-ШАМАХИНСКОЙ СЕЙСМОАКТИВНОЙ ЗОНЫ

М.И.Исаева[1], А.Г.Рзаев[2]

1 – Институт геологии НАН Аазербайджана
AZ 1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А

2 – Республиканский Центр Сейсмологической Службы
Национальной Академии Наук Азербайджана
AZ 1001, Баку, ул. Н.Рафибейли, 9

Рассмотрена природа и удельный вклад вязкой намагниченности (I_{rv}) в аномальный сейсмомагнитный эффект. В лабораторных условиях исследована устойчивость I_{rv} в областях низких и высоких давлений на образцах горных пород из сейсмогенных зон Шеки-Шамахинского полигона Азербайджана.

Введение

Исследования аномальных изменений напряженности геомагнитного поля при воздействии упругих избыточных напряжений на горные породы вблизи эпицентральных зон указывают на неадекватное поведение сейсмомагнитного эффекта в зависимости от направления главных напряжений в очаговой зоне землетрясения (Рзаев, 2005).

Природа этого эффекта (с позиций магнетизма горных пород) может заключаться как в изменении степени ориентации (разориентации) магнитных моментов зерен ферромагнетиков, так и в разрушении части остаточной намагниченности горных пород под воздействием избыточных напряжений (Трухин, 1973).

Известно, что наиболее чувствительной к избыточным давлениям является вязкая составляющая естественной остаточной намагниченности пород, которая в ряде случаев может влиять и на формирование сейсмомагнитного эффекта (Исаева и др., 2001).

В этой связи в рамках данной статьи рассматриваются свойства I_{rv} для образцов горных пород из сейсмогенных зон Шеки-Шамахинского полигона (ШШП) и дается оценка её долевого участия в формировании сейсмомагнитного эффекта (СМЭ).

Постановка задачи

Землетрясения в любых их формах проявления нарушают упорядоченность ориентации магнитных моментов зерен ферромагнетиков горных пород и приводят к локальному изменению уровня напряженности геомагнитного поля в зоне подготовки сейсмического очага.

Основной вклад в намагниченность горных пород вносит ферромагнитная фракция, обладающая, как правило, высокой степенью коэрцитивности. Но в то же время за период нахождения горных пород в постоянном магнитном поле Земли они приобретают и вязкую компоненту намагниченности.

В сейсмически активных районах, каким является и Шеки-Шамахинский полигон, породы подвергаются неоднократному воздействию напряжений. При этом сейсмомагнитный эффект обусловлен обратимыми изменениями остаточной намагниченности и её величиной.

Следовательно, изучая магнитные свойства горных пород в условиях неоднородного сжатия можно не только рассчитать возможную величину ожидаемого СМЭ, но и оценить удельный вес вязкой намагниченности в аномальном сейсмомагнитном эффекте, а также устойчивость I_{rv} к давлениям.

Известно, что физический механизм вязкой намагниченности может быть двух типов – термическим (термическое последействие) и

диффузионным (диффузионное последействие). Поскольку механизм термического последействия проявляется, как правило, в области необратимых изменений намагниченности при действии на неё избыточных напряжений (Безуглая, 1970), для нас представляет интерес вязкая намагниченность диффузионного последействия, проявляющаяся в области обратимых изменений намагниченности. Именно I_{rv} диффузионной природы может оказывать влияние на формирование СМЭ своим вкладом в естественную остаточную намагниченность пород сейсмогенных зон.

Обсуждение результатов

На образцах горных пород, отобранных из сейсмогенных зон Шеки-Шамахинского полигона (Шеки-Огузская, Исмаиллинская и Шамахинская зоны), исследовалось влияние одноосной динамической нагрузки на вязкую остаточную намагниченность (I_{rv}) и магнитную восприимчивость пород (æ).

На первом этапе исследовалась I_{rv}, созданная искусственно после предварительного размагничивания образцов в переменном магнитом поле $\widetilde{h} = 800$ э.

Образцы подвергались кратковременной механической нагрузке поэтапно: σ=100 кг/см^2, 200 кг/см^2, 400 кг/см^2, 600кг/см^2 и 800 кг/см^2 при компенсации внешнего магнитного поля.

На каждом этапе замерялось значение I_{rv}, оставшееся после снятия нагрузки. Создание нагрузки и замеры укладывались во времени естественного спада I_{rv}, что позволило дифференциировать естественное падение I_{rv} и её изменение в результате действия одноосного сжатия (рис. 1,2,3).

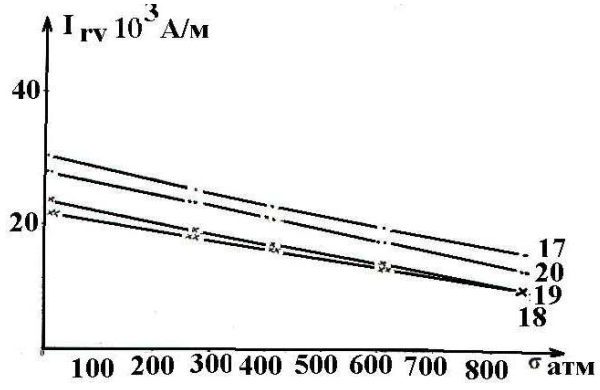


Рис. 1. Спад I_{rv} под действием одноосного сжатия σ (с/с Талыстан)

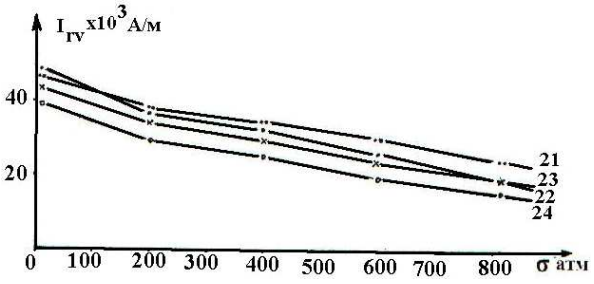


Рис. 2. Спад I_{rv} под действием одноосного сжатия σ (с/с Шеки)

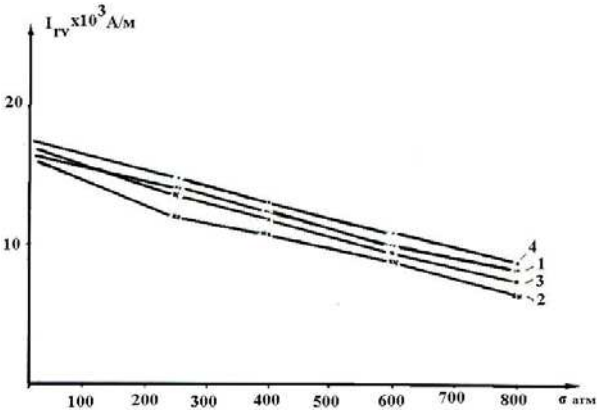


Рис. 3. Спад I_{rv} под действием одноосного сжатия σ (с/с Шамаха)

Разрушение образцов происходило при нагрузках 800 кг/см^2 и более. При этом значение искусственно созданной вязкой намагниченности I_{rv} падало на 30-50% от её исходного состояния.

На втором этапе исследовалась устойчивость I_{rv} к одноосным нагрузкам до σ=800 кг/см^2 без компенсации внешнего магнитного поля (естественные условия) для образцов из тех же сейсмогенных зон.

В процессе последовательных приложений нагрузок к образцам измерялись магнитная восприимчивость параллельно оси давления (æ IIP) и отношение вектора модуля напряженности естественной остаточной намагниченности к вязкой остаточной намагниченности ($I_г$ IIP/ I_{rv}).

На рисунках 4-5 представлены типичные примеры результатов этих исследований.

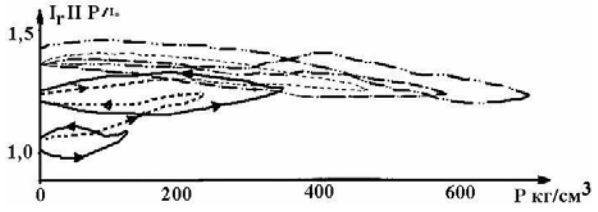


Рис. 4. Изменение величины вектора естественной остаточной намагниченности параллельно оси давления $I_r \parallel P$

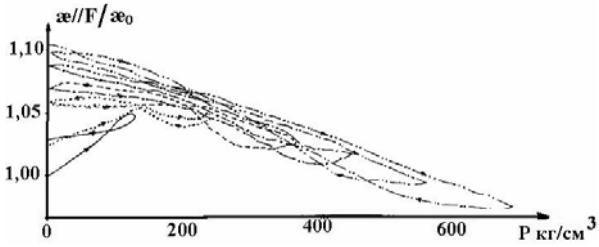


Рис. 5. Изменение магнитной восприимчивости параллельно оси давления æ ‖ P

По экспериментальным данным были рассчитаны магнитоупругие коэффициенты:

$$\beta = \frac{1}{\text{æ}} \cdot \frac{\partial \text{æ}}{\partial p} \text{ и } j = \frac{1}{I_r} \cdot \frac{\partial I_r}{\partial p}.$$

В таблице приведены результаты рассчетов β и j для ряда образцов сейсмогенных зон.

Анализ экспериментальных данных показал, что наиболее сложное поведение магнитных параметров наблюдается в области давлений σ=20-250 кг/см^2. Здесь преобладают необратимые изменения как остаточной намагниченности, так и магнитной восприимчивости горных пород.

При повышении нагрузок до σ=300 кг/см^2 и более изменения I_r и æ приобретают обратимый характер. Разрушению подвергается 20-50% вязкой намагниченности I_{rv} при давлениях до σ=800 кг/см^2. В пределах исследованных сейсмогенных зон возможные локальные изменения напряженности геомагнитного поля рассчитывались по формуле:

$$\Delta H = \Delta \text{æ}(\sigma) H + \Delta I_r(\sigma),$$

где ΔH - возможное локальное изменение геомагнитного поля при избыточных напряжениях, т.е. сейсмомагнитный эффект. Расчеты показали, что теоретически на ШШП можно ожидать сейсмомагнитный эффект величиной до 15-25 нТл.

Как показывают результаты более ранних исследований сейсмомагнитного эффекта (Рзаев, 2005), при преобладании в очаге сжимающих напряжений СМЭ формируется за счет положительного приращения напряженности геомагнитного поля. Причем наблюдаемые приращения могут достигать 15-40 нТл, что находится в соответствии с рассчетными значениями СМЭ, полученными в данной статье.

Таким образом, разрушение 20-50% вязкой компоненты намагниченности I_{rv} никак не может влиять на формирование сейсмомагнитного эффекта, на величину которого в большей степени влияет изменение магнитной восприимчивости æ (σ) пород в условиях избыточных напряжений.

Таблица

Экспериментальные значения β и j для образцов Шеки-Шамахинского полигона

№ образцов	β	j
1	1,92	0,86
2	0,52	3,48
3	2,75	2,25
4	0,18	2,20
5	1,03	1,05

Выводы

1. Вязкая намагниченность горных пород Шеки-Шамахинской сейсмогенной зоны обусловлена диффузионным магнитным последействием и составляет 20-50% остаточной намагниченности пород.

2. В области нагрузок σ=20-250 кг/см^2 изменения магнитной восприимчивости и вязкой намагниченности имеют необратимый характер. При более высоких давлениях $\sigma \geq$300-800 кг/см имеют место обратимые изменения магнитных свойств горных пород, обусловленные изменением внутренних напряжений зерен ферромагнетиков. При этом величина обратимых изменений значительно превосходит необратимые изменения намагниченности.

3. Негидростатические нагрузки в сейсмогенных зонах Шеки-Шамахинского полигона могут вызывать локальные изменения напряженности геомагнитного поля, величина которых теоретически может достигать 15-25 нТл. При этом магнитная восприимчивость оказывает большое влияние на формирование СМЭ.

4. Вклад вязкой намагниченности в остаточную намагниченность горных пород исследованных сейсмогенных зон составляет 20-50% и не влияет на формирование сейсмомагнитного эффекта ввиду своей неустойчивости к избыточным давлениям.

ЛИТЕРАТУРА

РЗАЕВ, А.Г. 2005. Оценка механизма очага землетрясения и напряженного состояния сейсмогенных областей по свойствам сейсмомагнитного аномального эффекта. *Геофизика XXI столетия: 2003-2004 годы. Сборник трудов пятых и шестых геофизических чтений имени В.В.Федынского.* Москва, 58-61.

ТРУХИН, В.И. 1973. Введение в магнетизм горных пород. *Изд. Московского Университета*. Москва, 238-241.

ИСАЕВА, М.И., САДЫХОВА, Т.Д., НОВРУЗОВ, З.А. 2001. Изменения магнитных свойств горных пород сейсмогенных зон под влиянием избыточных напряжений. В сб.: *Сейсмическая защита населения и инженерных сооружений при сильных землетрясениях – опыт регионов. Тезисы докладов международного семинара 2-6 июля 2001г.* Баку, 23-24.

БЕЗУГЛАЯ, Л.С. 1970. Автореф. канд. дисс. *ИФЗ АН СССР*, Москва .

Рецензент: член-корр. НАН Азербайджана П.З.Мамедов

© Б.М.Панахи и др., 2006

О СООТНОШЕНИИ МАГНИТУДЫ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КЛАССА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ОБЛАСТЕЙ АЗЕРБАЙДЖАНА

Б.М.Панахи[1], С.Т.Агаева[1], Т.Т.Исмаилзаде[1], Л.Д.Эййюбова[1], Э.С.Гаравелиев[2]

1 – Институт геологии НАН Азербайджана
AZ 1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А

2 – Республиканский центр сейсмологической службы НАН Азербайджана,
AZ 1001, Баку, ул. Н.Рафибейли, 9

В настоящей работе выявлены соотношения между величинами магнитуд землетрясений, определенных по различным типам сейсмических волн, идентифицированных на сейсмических станциях Азербайджана. Установлено также соотношение между величинами магнитуд и энергетического класса землетрясений. Представлены графические и аналитические формы этих соотношений. Установлены особенности наклона графика зависимости m_{PV} и M_{LH} землетрясений Шеки-Исмаиллинской зоны. В области умеренных и слабых землетрясений m_{PV} <6, при равных величинах m_{PV} величины M_{LH} для очагов с промежуточными глубинами несколько выше, чем для коровых очагов Шеки-Исмаиллинской зоны. Сделан вывод о соотношении между величинами магнитуд и высвобожденной энергией.

Введение

Территория Азербайджана и прилегающая часть Каспийского моря, несмотря на умеренный характер сейсмичности данного региона, в целом, отличается высоким уровнем сейсмической активности по A_{10} и повышенной повторяемостью (γ) ощутимых и разрушительных событий. Изучение природы сейсмических проявлений, условий и механизма формирования очагов землетрясений различного энергетического класса включает в себя анализ основных параметров землетрясений, среди которых наиболее изученными являлись максимальные магнитуды ($M_{мах}$), энергетический класс ($K_{мах}$), интенсивность (I), глубины очагов (H), сейсмическая активность и повторяемость. Однако характер соотношения между разными типами магнитуд, магнитудой и энергетическим классом, а также между магнитудой и максимальной интенсивностью землетрясений Азербайджана до настоящего времени практически не рассматривался.

Связь между магнитудой M и энергетическим классом K для землетрясений Кавказа имеет, в целом, вид: $K=(1.64\pm0.14)M+(4.6\pm0.55)$, а соотношение между магнитудами, выявленное по данным о 30 кавказских землетрясениях (Кулиев, Папалашвили, 1980), аппроксимируется уравнением прямой в следующем виде:

$$m_{pv} = (0.77 \pm 0.06)M_{LH} + (1.55 + 0.06),$$

где m_{PV} - магнитуда объемных волн – величина, определяемая по вертикальной составляющей продольной волны.

Для землетрясений, имевших место до 1962 г., энергетический класс не определялся. Обычно события этого периода используются для анализа долговременных параметров сейсмического режима. С целью получения единой зависимости для больших интервалов наблюдений и больших регионов, величина энергетического класса сейсмических событий, происшедших до 1962 года, рассчитывалась по известному соотношению между классом и магнитудой $K=1.8M+4$ (Раутиан, 1988). Для территории Грузии принято соотношение $K=4.8+1.65M$, рассчитанное по кода-волнам (Джибладзе, 1981), а для Азербайджана при переводе магнитуды M в K и наоборот использовалась формула $K=1.75M+4.3$ (Сейсмическое районирование..., 1980), установленная по инструментальным данным в ин-

тервале магнитуд $3 \le M < 6$ и дающая хорошее совпадение с указанным выше региональным соотношением.

Соотношения между магнитудой и энергетическим классом, а также между магнитудой и максимальной интенсивностью сотрясений в эпицентральной зоне зависят от региональных условий и имеют различные значения для разных регионов. Эпицентральная интенсивность в определенной степени зависит также от локальных инженерно-геологических условий. Важную роль при этом играют региональные особенности спектров очагового излучения и поглощения колебаний средой в районе очага. Строение земной коры может в большей или в меньшей мере способствовать формированию поверхностных волн и тем самым влиять на значения магнитуд M, определяемых по поверхностным волнам. Немаловажным фактором при этом, видимо, являются глубины очагов землетрясений.

В настоящей работе не ставилась задача выяснения природы особенностей соотношения между различными шкалами. Для этого необходимы надежные методы определения магнитуды или K для каждого отдельного землетрясения и достаточно обоснованные корреляционные соотношения между шкалами независимо от сущности определяющих эти соотношения эффектов. Поэтому нами были разработаны локальные корреляционные соотношения на основе землетрясений, имевших место в пределах рассматриваемых областей.

Исходные данные

Для проведения настоящего исследования использованы результаты инструментальных наблюдений сети сейсмических станций СССР, опубликованные в различных атласах, бюллетенях, ежегодных сборниках (Атлас землетрясений в СССР, 1962; Бюллетень СССР, 1938-1940, 1940, 1946-1953, 1954-1964, 1965-1977; Бюллетень Кавказа, 1938, 1960-1962, 1973-1975, 1976-1989; Землетрясения в СССР, 1964-1997; Кондорская, Шебалин, 1977). Для сравнительного анализа материалов широко использованы данные международных сетей сейсмических наблюдений (NEIC, CTBTO, IRES, GS RAS), представленные на сайтах этих служб, а также результаты, представленные в Каталоге тестового полигона Крым-Кавказ-Копетдаг (Kondorskaya, Shebalin, 1999). Использованы также опубликованные результаты макросейсмических и инструментальных наблюдений Республиканского Центра Сейсмологической Службы НАН Азербайджана.

Корреляция между M и m

Очевидно, что анализ корреляционых связей между величинами магнитуд M и m для территории Азербайджана и отдельных его структурных областей может быть осуществлен в рамках допустимой погрешности определения этих величин. В.Буне и Л.Альварес (1977) применили метод наименьших квадратов для регрессии m_{PV} на M для Карибского региона. Данный методический подход показал допустимость проведения подобного корреляционного анализа. Кроме того, выражение связи между M и m должно быть различным не только для различных регионов, но и для сильных и слабых землетрясений. Такой вывод следует непосредственно из теоретических представлений об общепринятых моделях очаговых спектров и подтверждается данными из других районов (Халтурин, 1974). Характер связи магнитуд m_{PV} и M_{LH} землетрясений Карпат в целом отражает общую тенденцию в характере корреляционых связей (рис. 1), а соотношение согласно (Кондорская, Шебалин, 1977; Раутиан, 1983) имеет вид:

$$m_{PV} = M_{LH} + 0.8 .$$

Для частных случаев, когда события дифференцированы по глубине, отмечается некоторая девиация. Корреляционное сотношение для Карибского района имеет следующий вид:

$$m_{PV} = 1.84 + 0.67M \quad (M \le 5.5),$$

что близко к выражению, полученному Альваресом и Буне (1977):

$$m_{PV} = 1.89 + 0.65M ,$$
$$m_{PV} = 2.75 + 0.50M \quad (M \ge 5.6).$$

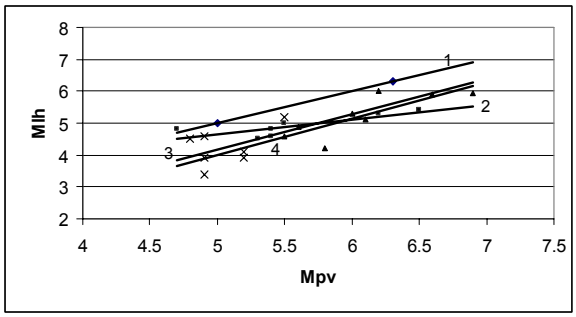


Рис. 1. Соотношение между m_{PV} и M_{LH} для различных регионов
1-3 – Карпаты: 1 - неглубокие очаги; 2 - очаги с глубинами менее 130 км; 3-очаги с глубинами более 130 км; 4- Шеки-Исмаиллинская область

Соотношения между различными видами магнитуд для местных и близких землетрясений, полученные с помощью кода-волн, приведены в работе Б.Пустовитенко, Т.Раутиан, В.Свидловой (1983). Для землетрясений с $M_{LH} \geq 4.5$ приведено следующее соотношение:

$$M_{LH} = 1.68 m_{PV} - 3.91.$$

Необходимо отметить, что зависимости, полученные с помощью указанных соотношений, различаются в среднем на 0.5 единицы магнитуды, что находится в пределах погрешности определения магнитуд.

Соотношение между m_{PV} и M, получено нами для землетрясений Шеки-Исмаиллинской зоны (рис. 1) на основании исходных данных, представленных в таблице. Однако наклон прямой сохраняет ту же тенденцию, что и для зоны Карпат, а корреляционное соотношение имеет следующий вид:

$$m_{PV} = 1.43 M_{LH} - 4.57.$$

Соотношение между *m* и энергетическим классом К

Энергетический класс применяется для классификации в основном слабых землетрясений ($K \leq 14$). Корреляционная зависимость между рассматриваемыми параметрами по немногим данным составляет:

$$K = 2.6 + 2.25 m_{PV}$$
$$m_{PV} = 0.445K - 1.15 \quad (m_{PV} \leq 5).$$

С учетом приведенных выше соотношений можно получить выражение, связывающее величины K и M:

$$K = 6.7 + 1.5M.$$

Таблица

Исходные данные для анализа соотношения между m_{PV} и M_{LH} землетрясений Шеки-Исмаиллинской зоны

№№	Дата	Время	Координаты		Магнитуда	
			φ	λ	m_{PV}	M_{LH}
1	2	3	4	5	6	7
1	09/07/1985	17.06.54,0	41.12	46.7	4.9	3.4
2	04/29/1982	16.27.11	40.90	48.00	4.9	3.9
3	05/14/1986	06.25.22,2	40.73	47.27	5.2	3.9
4	06/02/1986	15.16.13,1	40.94	47.75	5.2	4.1
5	12/04/1981	02.35.36	40.70	48.00	4.8	4.5
6	12/02/1981	00.51.36	40.68	47.93	4.9	4.6
7	11/29/1981	23.37.30	40.75	48.00	5.4	5.2

Это соотношение практически совпадает с аналогичным соотношением, полученным Н.Шебалиным для Чукотки (Кондорская, Шебалин, 1977):

$$K = 1.5M_{LH} + 6.5 .$$

Однако наблюдаемое в уравнении резкое расхождение между величинами магнитуды и энергетического класса, отличное от среднемировых, является аномальным и должно рассматриваться специально.

Соотношение между магнитудой M_{LH} и энергетическим классом K, полученное Б.Пустовитенко, Т.Раутиан, В.Свидловой (1983) для слабых землетрясений с $M_{LH} \le 4.5$, имеет вид:

$$M_{LH} = -2.8 + 0.57K .$$

Близкое по содержанию соотношение между M_{LH} и K, полученное нами для Шеки-Исмаиллинской зоны, может быть представлено в следующем виде:

$$M_{LH} = 0.3721K - 0.2402 .$$

Соотношение между M_{LH} и K, полученное для Абшеронской области, выражается уравнением:

$$M_{LH} = 0.6785K - 3.7966 .$$

Характер связи между M_{LH} и K для землетрясений Шеки-Исмаиллинской и Абшеронской областей приведен на рисунке 2. Осредняющие прямые, полученные для этих областей, имеют примерно одинаковый наклон.

Близкий наклон прямых, полученных для Шеки-Исмаиллинской и Абшеронской областей, позволяет составить общее распределение для обеих областей (рис. 2). Уравнение связи в этом случае примет вид:

$$M_{LH} = 0.4324K - 0.9384 .$$

Уравнения связи между m_{PV} и K для землетрясений Шеки-Исмаиллинской и Абшеронской областей могут быть записаны соответственно следующим образом (рис. 3):

$$M_{PV} = 0.4297K + 0.048$$
$$m_{PV} = 0.58K - 2.49$$

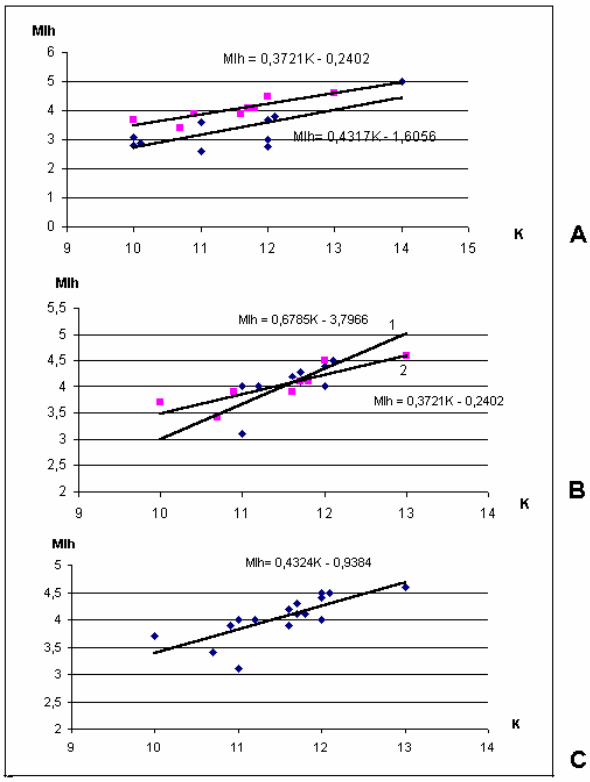


Рис. 2. Характер связи между M_{LH} и K

A: 1 - M_{LH} и K для землетрясений Шеки-Исмаиллинской области; 2 - M_{LH} и K для землетрясений Чукотки;

B: M_{LH} и K для землетрясений Абшеронской и Шеки-Исмаиллинской областей (осредняющие прямые для: 1 - Абшеронской области; 2 - Шеки-Исмаиллинской области);

C: общее распределение для Абшеронской и Исмаиллинской областей

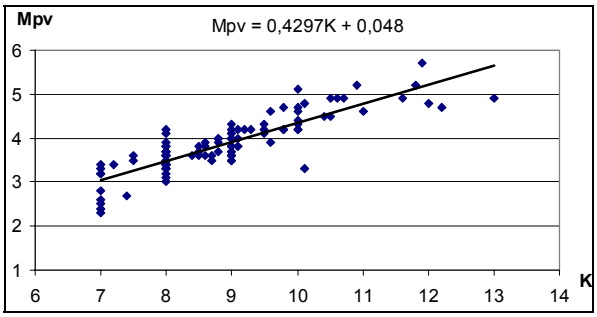


Рис. 3. Характер связи между m_{PV} и K для землетрясений Шеки-Исмаиллинской области

Соотношение между M и интенсивностью сотрясений I

Зависимость между магнитудой и интенсивностью для всего мира (Gutenberg, Richter, 1954) и для таких его регионов, как Иран, Китай, Калифорния/США (Ambraseys, Melvill; 1983) приведена на рисунке 4. Интенсивность указана в единицах шкалы Росси-Фореля.

Нами изучено такое соотношение для событий Шеки-Исмаиллинской области для значений магнитуд m_{PV} и M_{LH} в зависимости от интенсивности, представленной в единицах шкалы MSK. Характер распределения приведен на рисунке 4. Несмотря на небольшие различия, в целом отмечается близкий наклон прямых.

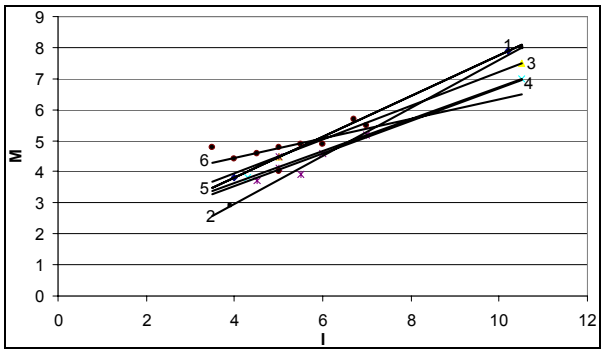


Рис. 4. Характер связи между M_{LH} и I_O для землетрясений некоторых регионов мира
1 - весь мир по Гутенбергу-Рихтеру; 2 - Иран; 3 - Китай; 4 - Калифорния; 5 - Шеки-Исмаиллинская область (M_{LH}) 6 - Шеки-Исмаиллинская область (m_{PV})

Заключение

Существенно различаются наклоны графиков зависимости m_{PV} и M_{LH} землетрясений Шеки-Исмаиллинской зоны и зоны землетрясений с промежуточными глубинами Карпат. В области умеренных и слабых землетрясений m_{PV} <6, при равных величинах m_{PV} величины M_{LH} для очагов с промежуточными глубинами несколько выше, чем для коровых очагов Шеки-Исмаиллинской зоны. Для сильных событий с магнитудами m_{PV} >6 наблюдается обратная картина. Это, по-видимому, обусловлено особенностями структуры литосферы.

Характер связи между M и K позволяет полагать, что для одних и тех же величин энергетического класса значения M для землетрясений Азербайджана выше, чем для других областей (например, Чукотки). Принимая во внимание связь магнитуды с размерами разрыва, можно сделать вывод, что при равных магнитудах (размерах разрывов) высвобождается различная по величине энергия.

ЛИТЕРАТУРА

Атлас землетрясений в СССР. 1962. Результаты наблюдений сети сейсмических станций 1911-1957 гг. Москва.

АЛЬВАРЕС, Л., БУНЕ, В.И. 1977. Оценка сейсмической опасности для юго-восточной части Кубы. *Известия АН СССР. Физика Земли*, 10, 54-67.

Атлас карт изосейст региона Крым-Кавказ-Копетдаг. 1975. Фонд Института геофизики АН ГССР, Тбилиси.

Бюллетень региональных сейсмических станций Кавказа. 1938. АН СССР, Москва.

Бюллетень телесейсмической сети СССР. 1938-1940. АН СССР, Москва-Ленинград.

Бюллетень сейсмических станций СССР. 1940. АН СССР, Москва-Ленинград.

Бюллетень сейсмической сети СССР. 1946-1953. АН СССР, Москва-Ленинград.

Бюллетень сети сейсмических станций СССР. 1954-1964. АН СССР, Москва.

Бюллетень сети сейсмических станций Кавказа. 1960-1962. Мецниереба, Тбилиси.

Бюллетень сети сейсмических станций Кавказа. 1973-1975. Мецниереба, Тбилиси.

Землетрясения в СССР в 1962-1991 г. 1964-1997. Наука, Москва.

ДЖИБЛАДЗЕ, Э.А., НАТЕНАДЗЕ, Э.Н., КОБИДЗЕ, Р.Ф. 1978, 1981. Параметры очагов землетрясений территории Грузинской ССР. *Сейсмологический бюллетень Кавказа*, Мецниереба, Тбилиси.

КУЛИЕВ, Ф.Т., ПАПАЛАШВИЛИ, В.Г. 1980. О связи магнитуды с энергетическим классом К для землетрясений Кавказа. *Сейсмологический бюллетень Кавказа*, 1977. Мецниереба, Тбилиси.

КОНДОРСКАЯ, Н.В., ШЕБАЛИН, Н.В. 1977. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР. Наука, Москва.

ПУСТОВИТЕНКО, Б.Г., РАУТИАН, Т.Г., СВИДЛОВА, В.А. 1983. Определение магнитуд и энергетических классов землетрясений по наблюдениям в Крымском регионе. Сейсмологический бюллетень Западной территориальной зоны ЕССН (Крым-Карпаты) за 1978-1979 гг. Наук. думка, Киев, 126-138.

РАГИМОВ, Ш.С. 1966. Вопросы изучения строения Земли. Баку, Азернешр.

РАУТИАН, Т.Г. 1983. О классификации землетрясений по одной станции и об унификации магитудных

оценок. В кн.: *Исследование сейсмичности малоактивных сейсмических зон.* Наука, Москва.

РАУТИАН, Т.Г. 1988. Определение параметров субочагов землетрясений и их интерпретация. *Вопросы инженерной сейсмологии*, 29, ИФЗ, Москва.

Сейсмическое районирование территории СССР. 1980. Методические основы и региональное описание карты 1978 г. Наука, Москва.

Сейсмологический бюллетень Кавказа за 1974-1984 гг. 1976-1989. Мецниереба, Тбилиси.

Сейсмологический бюллетень сети опорных сейсмических станций СССР. 1965-1977. Наука, Москва.

Сейсмологический бюллетень сети сейсмологических станций СССР. 1962-1963, АН СССР, Москва.

ХАЛТУРИН, В.И. 1974. Соотношения между магнитудными определениями, ожидаемые и наблюдаемые. В кн.: *Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений,* 1, ИФЗ, Москва.

ШЕБАЛИН, Н.В. 1997. Сильные землетрясения. Академия горных наук. Москва.

AMBRASEYS, N.N., MELVILL, C.P. 1983. A history of Persian earthquakes. Cambridge.

KONDORSKAYA, N.V., SHEBALIN, N.V. 1999. Special catalogue of earthquakes for the GSHAP test area CAUCASUS. Moscow.

GUTENBERG, B., RICHTER, C.F. 1954. Seismicity of the Earth and associated phenomena. Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey.

Редколлегия

© М.Т.Абасов и др., 2006

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕФТИ ИЗ СИЛЬНОГЛИНИСТЫХ ПЛАСТОВ

М.Т.Абасов, Р.А.Мусаев, А.И.Асадов, Р.Г.Аллахвердиева

Институт геологии НАН Азербайджана
AZ 1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А

В статье рассмотрено влияние постоянного и переменного электрического поля на физико-химические свойства различного типа вод, на объемную скорость фильтрации жидкостей из сильноглинистых пористых сред и на коэффициент вытеснения нефти водой. Была собрана специальная установка, позволяющая в зависимости от характера исследований создать постоянное или же переменное электрическое поле с учетом перепада давления. Модели пористой среды были созданы из породы Кирмакинской долины месторождения Балаханы.

Как известно, современный этап развития нефтяной промышленности характеризуется осложнениями, связанными как с существующей диспропорцией между подготовкой запасов нефти и их извлечением, так и увеличением доли трудноизвлекаемых запасов (ТИЗ). Подавляющая часть таких месторождений, находящихся на поздней стадии разработки, приурочена к коллекторам низкой проницаемости, характеризующимся сложным строением продуктивных пластов, значительными размерами водонефтяных зон и повышенной вязкостью нефти.

К подобной категории пластов относится и кирмакинская свита (КС) - один из основных объектов разработки продуктивной толщи Абшеронского полуострова, содержащая большие запасы неизвлеченной нефти. Так, несмотря на завершение буровых работ, все горизонты КС характеризуются низким коэффициентом извлечения нефтяных запасов, не превышающим 30%.

С целью интенсификации добычи нефти на упомянутых залежах, начиная еще с 1945 года, были осуществлены попытки применения традиционных технологий гидро- и газодинамического воздействия на пласт, которые оказывались малоэффективными по причине низкой проницаемости неоднородных по составу продуктивных коллекторов, содержащих высокодисперсные глинистые породы.

К настоящему времени в ряде работ, посвященных исследованию так называемых процессов вторичной миграции нефти в низкопроницаемых водонасыщенных коллекторах, отмечается практическое отсутствие факторов напорной фильтрации и подчеркивается доминирование диффузионно-осмотического (Симкин, 1979; Большаков, 1995) и электрокинетического (Симкин, 1979) факторов при их протекании. Наличие электроосмотического передвижения нефти в различных дисперсных породах (песчано-алевритах и глинах) под действием внешнего электрического поля было доказано экспериментально, а возможность вытеснения нефти фронтом водного раствора электролитов через пористые мембраны различной капиллярно-пористой природы обсуждалась в работе (Иванников, 1995). Влияние на фильтрацию флюидов преобладания электроосмотического давления над гидродинамическим при протекании электрического тока в пластовой системе отмечалось также и в работах (Кедровский и др. 1986; Батырбаев и др., 2000).

Известно, что зависимость численных значений фильтрационного потенциала (потенциала течения), возникающего при воздействии естественных электрических полей в водонасыщенных коллекторах нефти, и скорости электроосмоса от параметров поля, свойств пористой и жидкой сред описывается уравнением Гельмгольца-Смолуховского (Тихомолова, 1984), которое может быть представлено в виде:

$$\Delta \bigcup_T = \frac{\zeta \varepsilon \Delta P}{4\pi\eta\kappa} \qquad (1)$$

и

$$\upsilon = \frac{S\ \zeta\varepsilon\ h}{4\ \pi\eta}\ , \qquad (2)$$

где ζ - электрокинетический потенциал; ε - диэлектрическая проницаемость жидкой фазы; ΔP - гидравлическое давление (напор) жидкости; η - вязкость поровой жидкости; κ - электропроводность поровой жидкости; S - суммарная площадь поперечного сечения капиллярных каналов пористой среды; h = E/L – градиент электрокинетического потенциала; E – потенциал, приложенный к пористой среде длиной L.

Как видно, из уравнений (Симкин,1979) и (Большаков, 1995) в параметрическую зависимость процесса переноса жидкости в пористой среде под действием электрического поля привнесены как характеристики самого поля, так и свойства фильтрующей среды и поровой жидкости.

Следует отметить, что наличие внешнего электрического поля оказывает существенное влияние на результирующее значение водородного показателя (pH) и величины межфазного натяжения водных электролитов на границе с углеводородной фазой, чем способствует, по аналогии с реагентной обработкой нефтяных коллекторов, увеличению их проницаемости.

Отсутствие универсальности перечисленных характеристик обуславливает необходимость постановки задач их экспериментального исследования применительно к конкретным системам порода – нефть – вода и условиям их взаимодействия.

Данная работа посвящена исследованию влияния постоянного и знакопеременного электрического поля на водородный показатель и межфазное натяжение водных электролитов различной природы, а также на проницаемость пористой среды и коэффициент вытеснения нефти в условиях, моделирующих упомянутый выше пласт кирмакинской свиты.

Эксперименты проводились на специально сконструированной установке, позволяющей производить измерения как в постоянном, так и переменном электрическом поле, с учетом перепада давления. Корпус модели пласта был изготовлен из органического стекла в виде трубки с варьируемой длиной 0,3-0,7м и диаметром 0,025м с вмонтированными на входе и выходе электродами из нержавеющей стали. Пористая среда составлялась из породы поверхностных обнажений Кирмакинской долины месторождения Балаханы. В качестве вытесняющих нефть гидродинамических компонентов системы использовались водные электролиты, характеристика которых представлена в таблице.

Перед постановкой базовых экспериментов было изучено влияние постоянного электрического поля на значения pH и межфазное натяжение (σ) использованных водных электролитов на границе раздела с высокоочищенным керосином, что сопоставлялось с предварительно полученными результатами его оценки вне воздействия электрического поля.

Как вытекает из данных, приведенных на рис. 1а, при фиксированных значениях напряжения электрического поля (20В и 100В) с увеличением времени течения постоянного тока через образец щелочной воды наблюдается прирост величины водородного показателя различной интенсивности, зависящей от напряжения на электродах, который стабилизируется по истечении 30 минут от начала эксперимента. Так, при напряжении 20В по прошествии 30 мин. эксперимента прирост водородного показателя щелочной воды составляет 14,3%, а величина межфазного натяжения на границе ее с очищенным керосином снижается на 22,2% по отношению к таковой до воздействия электрического поля. Расход электроэнергии при этом составил $1{,}2\cdot10^{-4}$ кВт·ч, что незначительно превышает энергозатраты в случае экспериментов с пластовой, жесткой и Куринской водой.

Таблица

Характеристика нагнетаемых в пластовую модель водных электролитов

Воды	Состав, мг.экв./л							
	$Na^+ + K^+$	Ca^{++}	Mg^{++}	Cl^-	SO_4^{--}	HCO_3^-	CO_3^{--}	$RCOO^-$
Куринская	36,04	5,8	3,1	40,0	5,1	–	0,07	–
Морская	154,0	16,0	56,0	166,0	58,0	2,0	–	–
Жесткая пластовая	171,90	16,54	15,28	202,33	0,06	0,92	–	0,39
Щелочная пластовая	24,17	0,50	1,30	15,19	2,97	7,31	0,56	0,67

Аналогичная тенденция прироста водородного показателя и снижению поверхностного натяжения на границе раздела электролит – углеводород наблюдается исключительно при воздействии на морскую воду электрического поля напряженностью 20В (рис. 1б). При воздействии же поля напряженностью 100В водородный потенциал электролита возрастает, а поверхностное натяжение снижается только в начальном периоде протекания постоянного тока (~ 5мин.). С увеличением времени воздействия электрического поля наблюдается резкое снижение значения pH до величины 8,3, меньшей водородного показателя, не подверженного воздействию поля образца морской воды. Как следствие этого, в области экстремальных значений основности электролита поверхностное натяжение на границе раздела с очищенным керосином минимально.

Взаимосвязь значений водородного показателя водных электролитов и поверхностного натяжения на границе раздела с углеводородными жидкостями прослеживается также в экспериментах по воздействию электрического поля различной напряженности на морскую воду (рис.2). При этом установлено, что на результирующее значение pH электролита оказывают влияние как варьируемые параметры напряженности электрического поля, так и начальное приращение величины водородного показателя в процессе ионного обмена при контакте морской воды с пористой средой. Так, в результате фильтрации морской воды через сильноглинистую пористую среду и последующего воздействия внешнего электрического поля напряженностью 25, 50, 75 и 100В наблюдается увеличение pH электролита с 8,5 до 12,5, и, как следствие этого, снижение межфазного натяжения воды с 28 до 7мН/м. Расход электроэнергии для достижения этих показателей составил $78 \cdot 10^{-4}$кВт·ч.

Для расширения представлений о влиянии природы водных электролитов в процессе их фильтрации на степень активации во внешнем электрическом поле были проведены эксперименты по оценке скорости фильтрации смесей пластовой щелочной и пресной воды. Пористая среда при этом составлялась из выборки сильноглинистой породы кирмакинской свиты.

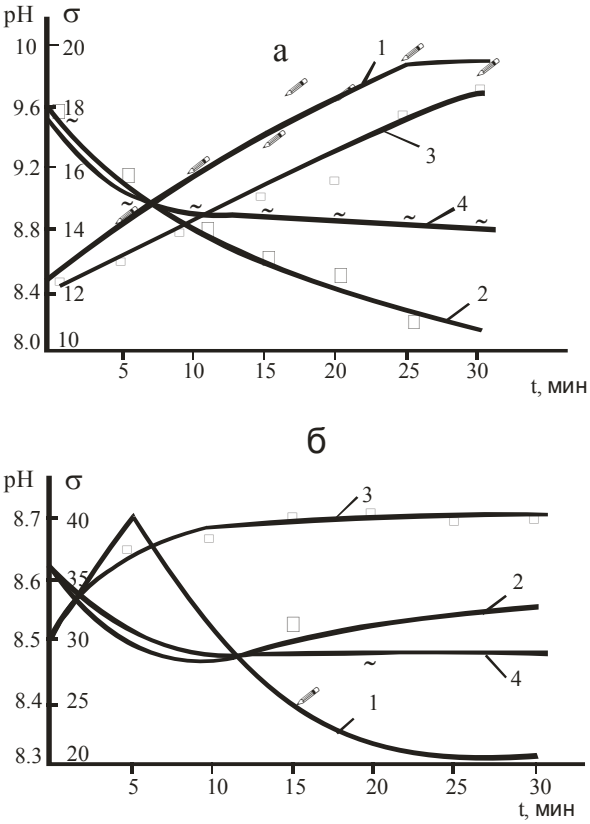


Рис. 1. Зависимость изменения величины pH и **σ** от продолжительности обработки током пластово-щелочной (а) и морской (б) вод.
Величины pH и **σ** при напряжениях 100 В (1,2) и 20 В (3,4).

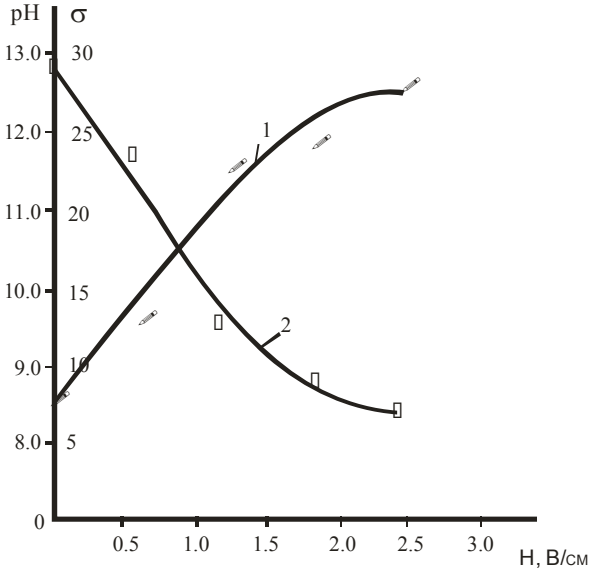


Рис. 2. Зависимость изменения величины pH (1) и **σ** (2) от плотности напряжения тока при фильтрации морской воды

С этой целью после достижения постоянной величины проницаемости пористой среды (0,33мкм^2) при фильтрации пластовой щелочной воды под гидродинамическим перепадом давления 0,04 МПа последняя замещалась пресной, Куринской. Как и следовало ожидать, при нагнетании пресной воды происходит резкое снижение проницаемости пористой среды (рис.3а), что вероятно связано с перераспределением равновесного состояния неорганических ионов при смешении электролитов и изменением параметров так называемого двойного электрического слоя на границе раздела порода – жидкость. Примечательным является тот факт, что последовательное воздействие постоянного тока с напряжением 100В и переменного тока с напряжением 100, 150 и 200В на модель пласта кирмакинской свиты, характеризующегося неоднородностью минералогического состава, приводит к релаксации высокой фильтрационной способности смешанного электролита. Учитывая, что скорость протекания электрокинетических процессов обратно пропорциональна сопротивлению токопроводящей среды, представлялось целесообразным исследование зависимости электрического сопротивления системы пористая среда – электролит от параметров прилагаемого электрического поля. Как видно из данных рис. 3а и 3б, водопроницаемость пористой среды антибатна величине электрического сопротивления системы в целом и пропорциональна силе тока, проходящего через модель пласта. Следовательно, в случае реализации однонаправленного потока зарядов и водной фазы за счет одновременного воздействия перепада давления и внешнего электрополя возможен синергизм этих двух составляющих, проявляющийся в возрастании фильтрационных свойств. Полученные результаты свидетельствуют также о возможности избирательно регулировать фильтрационную способность системы за счет варьирования природы электролита и параметров прилагаемого электрического поля.

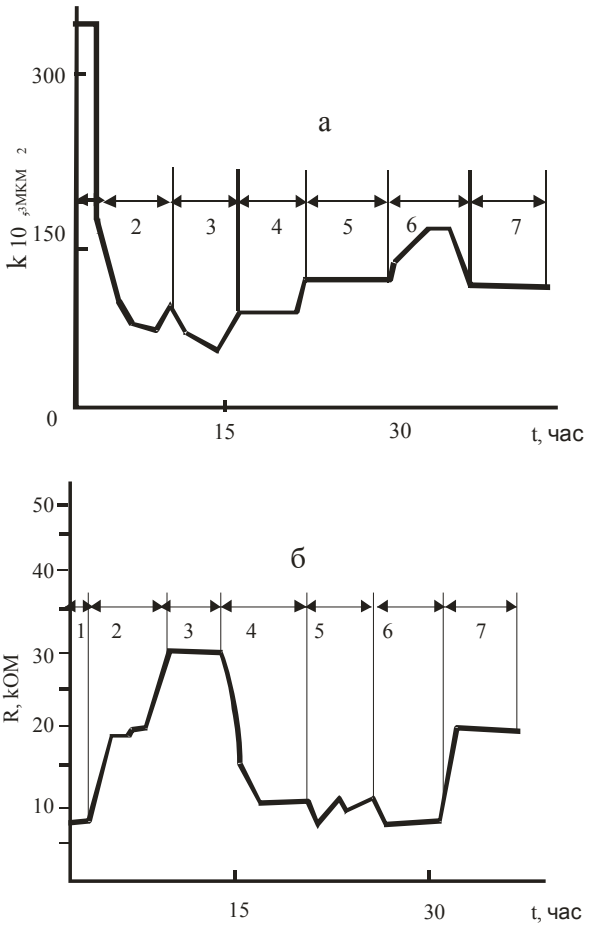


Рис. 3. Изменение проницаемости (а) и сопротивления модели пласта (б) в различных условиях.
Фильтрация пластовой (1) и Куринской воды (2,7) без воздействия тока; Куринской воды при напряжении постоянного тока 100 В (3), при напряжениях переменного тока 100 В (4), 150 В (5) и 200 В (6).

Естественно предположить, что влияние электрического поля на фильтрационные характеристики исследуемой модельной системы пористая среда – водный электролит может распространяться и на показатели вытеснения нефти из порового пространства пласта. Для экспериментальной проверки этого предположения была реализована модель пласта, составленная из песка кирмакинской свиты с практически идентичной пористостью (26-27%), проницаемостью (0,3мкм^2) и удельной поверхностью ($17\cdot10^5$м^2/м^3). Емкость с породой подвергалась вакуумной обработке и насыщалась пластовой щелочной водой горизонта кирмакинской свиты. После замещения воды нефтью одноименного месторождения нефтенасыщенность породы составляла 73,5%.

На рис. 4 представлены результаты исследования зависимости коэффициента вытеснения нефти от пропущенного объема морской воды при одинаковом перепаде давления (0,1 МПа) как в отсутствии, так и при наличии воздействия постоянного электрического тока. Видно, что для безводной части фильтрата значение коэффициента вытеснения равно 0,37. При протоке через модель морской воды в количестве, равном 4-х кратному объему порового пространства (так называемый водный период фильтрации), усредненное значение коэффициента вытеснения нефти составило 0,27, что в совокупности с безводным периодом фильтрации достигает практически приемлемой величины – 0,64.

После появления в фильтрате воды, модель пласта с определенным временным интервалом подвергалась воздействию постоянного, а затем переменного тока с напряжением 100В. Сопоставление результатов, иллюстрируемых кривыми 1 и 2 (рис.4), свидетельствует о более интенсивном росте значений коэффициента вытеснения нефти морской водой под воздействием электрического поля в начальной стадии процесса фильтрации. Дальнейшая закачка воды не приводит к ощутимому приращению величины коэффициента вытеснения нефти, который принимает стационарное значение после закачки воды в количестве, равном трехкратному объему порового пространства модели пласта.

Таким образом, на основании совокупности приведенных результатов можно прийти к важному с практической точки зрения заключению, а именно: когда традиционные методы извлечения нефти из низкопродуктивных пластов оказываются малоэффективными, путем направленного воздействия внешнего электрического поля с регламентированными параметрами напряженности на вторичный процесс извлечения нефти водными электролитами можно существенно увеличить значение коэффициента вытеснения труднопроницаемых коллекторов, в частности высокоглинистых коллекторов кирмакинской свиты.

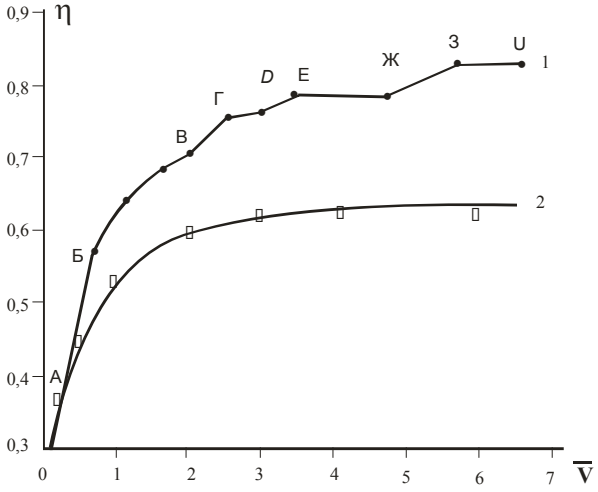


Рис. 4. Влияние электрического поля на коэффициент вытеснения нефти водой.
Вытеснение морской водой: ОА; БВ, ГД, ЕЖ, и ЗИ.
Вытеснение морской водой при напряжении тока 100 В: АБ, ВГ, ДЕ и ЖЗ.

ЛИТЕРАТУРА

СИМКИН, Э.М. 1979. Роль электрокинетических явлений в процессах фильтрации. *Нефтяное Хозяйство*, 3, 53-56.

БОЛЬШАКОВ, Ю.Я. 1995. Теория капиллярности нефтегазонакопления. Наука, Новосибирск.

ИВАННИКОВ, В.И. 1995. Возможный механизм миграции и аккумуляции нефти и газа в породах-коллекторах и ловушках. *Геология нефти и газа*, 6, 19-22.

КЕДРОВСКИЙ, О.Л., ЛЫКИН, М.С., МУСИНОВ, В.И., СИМКИН, Э.М. 1986. Исследование влияния электрического поля на фильтрацию нефти в низкопроницаемых пластах. *Нефтяное Хозяйство*, 12, 45-48.

БАТЫРБАЕВ, М.Д., БУЛАВИН, В.Д., МАРДАНОВ, И.А., РЫБАКОВ, А.Д., СЕЛЯКОВ, В.И. 2000. Результаты применения технологии электровоздействия на месторождениях «КАЗАХОЙЛЭМБА». *Нефтяное Хозяйство*, 10, 65-68.

ТИХОМОЛОВА, К.П. 1984. Электроосмос. Химия, Ленинград, 200.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

© Х.А.Фейзуллаев, 2006

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СКВАЖИН “СУХИМ” ГАЗОМ С УЧЕТОМ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СИСТЕМЫ

Х.А.Фейзуллаев

Институт геологии НАН Азербайджана
AZ 1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29A

В статье на основе модели многокомпонентной фильтрации разработан комплекс прикладных программ и исследован процесс обработки призабойной зоны газоконденсатной скважины “сухим” углеводородным газом.

Известно, что в связи с массообменными процессами, происходящими при разработке газоконденсатных месторождений компонентный состав системы и, как следствие этого, физико-химические свойства добываемой продукции претерпевают существенное изменение.

Ниже дается вариант решения задачи фильтрации газоконденсатных смесей с учетом многокомпонентности фаз при обработке призабойной зоны скважин. При этом принимается, что исходная газоконденсатная система представлена N углеводородными и неуглеводородными компонентами и описывается системой дифференциальных уравнений (Желтов, Розенберг, 1962; Николаевский,1963; Курбанов и др.,1964 и др.):

$$\nabla\left[\left(\frac{khf_L(S_L)\rho_L}{\mu_L M_L}x_i+\frac{khf_V(S_V)\rho_V}{\mu_V M_V}y_i\right)\nabla P\right]=$$
$$=\frac{\partial}{\partial t}\left[mh\left(\frac{\rho_L S_L}{M_L}+\frac{\rho_V S_V}{M_V}\right)z_i\right]\pm$$
$$\pm\sum_{\nu=1}^{n}Q_i^{\nu}(t)\delta(x-x_\nu)\delta(y-y_\nu),\ i=1,2,...,N,\quad (1)$$

где $\sum_{i=1}^{N}x_i=\sum_{i=1}^{N}y_j=1;\ \sum_{i=1}^{N}z_i=1;$ $f_V(S_V)$ и $f_L(S_L)$ - относительная фазовая проницаемость соответственно для газовой и жидкой фаз; S_V и S_L - коэффициент насыщенности пористой среды соответственно газовой и жидкой фазами; P - давление; t - время; x_i, y_i - молярные содержания i - го компонента в жидкой и газообразной фазах соответственно; z_i - суммарное молярное содержание i - го компонента в смеси; ρ_V и ρ_L - молярная плотность газообразной и жидкой фаз соответственно; M_L и M_V - соответственно средние молекулярные массы жидкой и газовой фаз ; $Q_i^{\nu}(t)$ - плотность ν - го источника (стока) по i - му компоненту в момент времени t; x_V, y_V - координаты ν - го элементарного источника (стока); n - число элементарных источников (стоков); δ -функция Дирака.

При прогнозировании показателей обработки призабойной зоны газоконденсатной скважины углеводородными и неуглеводородными газами система (1) замыкается следующими начальными и граничными условиями:

$$P(x,y,t)\big|_{t=0}=P_0(x,y),$$
$$z_i(x,y,t)\big|_{t=0}=z_i^0(x,y),\ i=1,2,...,N,$$
$$(x,y)\in G;\quad (2)$$

$$\left.\frac{\partial P(x,y,t)}{\partial n}\right|_{\Omega}=0,\ (x,y)\in\Omega. \qquad (3)$$

Начальные условия (2) учитывают распределение давления и составов фаз по площади газоносности. Условие (3) характеризует условие непроницаемости внешней границы Ω продуктивной зоны G залежи.

При выполнении условия существования локального термодинамического равновесия система уравнений (1) замыкается следующими соотношениями:

$$\begin{aligned}
&\rho_V=\rho_V\left(P,T,z_1,z_2,...,z_{N-1},z_N\right),\\
&\rho_L=\rho_L\left(P,T,z_1,z_2,...,z_{N-1},z_N\right),\\
&\mu_V=\mu_V\left(P,T,z_1,z_2,...,z_{N-1},z_N\right),\\
&\mu_L=\mu_L\left(P,T,z_1,z_2,...,z_{N-1},z_N\right),\\
&S_V=1-S_L,\ S_L=\frac{(1-V)\rho_V M_L}{(1-V)\rho_V M_L+V\rho_L M_V}. \qquad (4)
\end{aligned}$$

Свойства газообразной и жидкой фаз (4), необходимые при решении системы уравнений (1)-(3), определяются из (Сейдж,1969; Брусиловский, 2002):

$$\begin{cases} f_{i,L}-f_{i,v}=0, x_i L+y_i V-z_i=0,\\ \sum\limits_{i=1}^{N} y_i-1=0, L+V=1, i=\overline{1,N}, \end{cases} \qquad (5)$$

где V,L - мольные доли паровой и жидкой фаз в системе.

В системе (5) первые N уравнений описывают условия термодинамического равновесия – равенство летучестей компонентов в сосуществующих паровой и жидкой фазах. Летучести компонентов в паровой $f_{i,v}$ и жидкой $f_{i,L}$ фазах рассчитываются на основе известных термодинамических соотношений с использованием уравнений состояния фаз, например, уравнения состояния (Аббасов,1990; Брусиловский,2002), предложенных для высоких давлений.

Для решения системы (5) используются методы последовательных приближений или Ньютона. Если давление превышает 30 МПа, а также при нахождении системы в условиях критической области решение системы (5) методом последовательных приближений достигается не всегда (Аббасов,1990). В этих случаях необходимо применение метода, обеспечивающего улучшенную сходимость. Достижению этой цели служит использование метода Ньютона с минимизацией числа переменных для уменьшения порядка системы уравнений.

Искомыми функциями в (1)-(3) являются давление и мольные доли компонентов смеси. При решении системы (1)-(3) использована схема по давлению неявная, по составу явная, которая обеспечивает консервативность схемы по всем компонентам $i=1,2,...,N$ и автоматическое выполнение условия $\sum\limits_{i=1}^{N} z_i=1$ на любом временном шаге. Для использования указанной схемы запишем первые N уравнений системы (1) в виде:

$$\begin{aligned}
&\nabla\left[kh\alpha_i z_i\nabla P\right]=\frac{\partial\left(mh\varphi z_i\right)}{\partial t}\pm\\
&\pm\sum_{\nu=1}^{S}Q_i^{\nu}(t)\delta\left(x-x_{\nu}\right)\delta\left(y-y_{\nu}\right),\ i=1,2,...,N. \qquad (6)
\end{aligned}$$

Уравнение сохранения массы всей смеси можно получить суммированием уравнений системы (6) по всем i:

$$\begin{aligned}
&\nabla\left[kh\alpha\nabla P\right]=\frac{\partial}{\partial t}\left[mh\cdot\varphi\right]\pm\\
&\pm\sum_{\nu=1}^{N}\overline{Q}_{\nu}(t)\delta(x-x_{\nu})\delta\left(y-y_{\nu}\right). \qquad (7)
\end{aligned}$$

Тогда система (6) эквивалентна следующей

$$\begin{aligned}
&\nabla\left[kh\alpha_i z_i\nabla P\right]=\frac{\partial}{\partial t}\left[mh\varphi z_i\right]\pm\\
&\pm\sum_{\nu=1}^{N}Q_i^{\nu}(t)\delta\left(x-x_{\nu}\right)\delta\left(y-y_{\nu}\right),\ i=1,2,...,N-1 \qquad (8)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\nabla\left[kh\alpha\ \nabla P\right]=\frac{\partial}{\partial t}\left[mh\varphi\ \right]\pm\\
&\pm\sum_{\nu=1}^{N}\overline{Q}^{\nu}(t)\delta\left(x-x_{\nu}\right)\delta\left(y-y_{\nu}\right), \qquad (9)
\end{aligned}$$

где $\alpha_i = \dfrac{1}{1+V(k_i-1)}\left(\dfrac{f_L\rho_L}{\mu_L M_L}+k_i\dfrac{f_v\rho_v}{\mu_v M_V}\right)$,

$\varphi = \dfrac{S_L\rho_L}{M_L}+\dfrac{S_V\rho_V}{M_V}, \overline{Q}^{\nu}(t)=\sum_{i=1}^{N} Q_i^{\nu}(t);$

$\alpha = \sum_{i=1}^{N}\alpha_i;$

φ - общее число молей смеси в единице порового объема.

Введя обозначения

$$\Phi_i(P,S_L,S_v)=kh\alpha_i z_i,$$

$$\Psi(P,S_L,S_v)=mh\varphi,\ kh\alpha=\overline{\alpha},\ \frac{\partial\Psi}{\partial P}=\Psi'_p,$$

$$\frac{\partial\Psi}{\partial S_L}=\Psi'_{S_L},$$

и применяя к данной системе уравнений (8)-(9) интегро-интерполяционный метод (Азиз, Сеттари,1982), численное решение задач (8),(9), (2),(3) в узлах неравномерной сетки (x_e, y_j, t_n) будем искать в виде решения следующей разностной задачи:

$$\frac{1}{\Delta x_e}\left[\Phi^{n+1}_{ie+1/2,j}\frac{P^{n+1}_{e+1,j}-P^{n}_{e,j}}{\Delta x_{e+1/2}}-\Phi^{n+1}_{ie-1/2,j}\frac{P^{n+1}_{e,j}-P^{n+1}_{e-1,j}}{\Delta x_{e-1/2}}\right]+$$

$$+\frac{1}{\Delta y_j}\left[\Phi^{n+1}_{ie,j+1/2}\frac{P^{n+1}_{e,j+1}-P^{n+1}_{e,j}}{\Delta y_{j+1/2}}-\Phi_{ie,j-1/2}\frac{P^{n+1}_{e,j}-P^{n+1}_{e,j-1}}{\Delta y_{j-1/2}}\right]=$$

$$=\left(\Psi'^{n}_{pe,j}\frac{P^{n+1}_{e,j}-P^{n}_{e,j}}{\Delta\tau}+\Psi'^{n}_{S_L e,j}\frac{S^{n+1}_{Le,j}-S^{n}_{Le,j}}{\Delta\tau}\right)Z^{n+1}_{ie,j}+$$

$$+\Psi^{n}_{e,j}\frac{Z^{n+1}_{ie,j}-Z^{n}_{ie,j}}{\Delta\tau}\pm\sum_{\nu=1}^{M}Q^{\nu n+1}_{ie,j}\ , \qquad (10)$$

$$\frac{1}{\Delta x_e}\left[\overline{\alpha}^{n+1}_{e+1/2,j}\frac{P^{n+1}_{e+1,j}-P^{n+1}_{e,j}}{\Delta x_{e+1/2}}-\overline{\alpha}_{e-1/2,j}\frac{P^{n+1}_{e,j}-P^{n+1}_{e-1,j}}{\Delta x_{e-1/2}}\right]+$$

$$+\frac{1}{\Delta y_j}\left[\overline{\alpha}^{n+1}_{e,j+1/2}\frac{P^{n+1}_{e,j+1}-P^{n+1}_{e,j}}{\Delta y_{j+1/2}}-\overline{\alpha}^{n+1}_{e,j-1/2}\frac{P^{n+1}_{e,j}-P^{n+1}_{e,j-1}}{\Delta y_{j-1/2}}\right]=$$

$$=\Psi^{n}_{pej}\frac{P^{n+1}_{e,j}-P^{n}_{e,j}}{\Delta\tau}+\Psi^{n}_{S_L e,j}\frac{S^{n+1}_{Lej}-S^{n}_{Lej}}{\Delta\tau}\pm\sum_{\nu=1}^{M}Q^{\nu n+1}_{ej}, \qquad (11)$$

$$P^0_{e,j}=P_{0e,j},\ Z^0_{ie,j}=Z_{0ie,j},\ e=1,2,...,N_x;$$

$$j=1,2,...,N_y;\ i=1,2,...,N;\ i=1,2,...,N, \qquad (12)$$

$$P^n_{0,j}=P^n_{1,j},\ P_{Nx-1,j}=P_{Nx,j},$$

$$P^n_{e,0}=P^n_{e,1},\ P_{e,Ny-1}=P^n_{e,Ny},$$

$$j=\overline{1,N_y};\ n=1,2,...,\ i=1,\overline{N_x}\ , \qquad (13)$$

где

$$S^n_{Le,j}=\frac{(1-v)\rho^n_{ve,j}M_L}{(1-v)\rho^n_{ve,j}M_L+v\rho^n_{Le,j}M_V},\ \Delta\tau=\frac{t_n}{n},$$

$$n=1,2,..,\ x_{e+1/2}=x_e+\frac{1}{2}\Delta x_{e+1/2},$$

$$\Delta x_{e+1/2}=x_{e+1}-x_e,\ e=\overline{1,N_x},$$

$$y_{j+1/2}=y_j+\frac{1}{2}\Delta y_{j+1/2},$$

$$\Delta y_{j+1/2}=y_{j+1}-y_j,\ j=\overline{1,N_y},$$

$$\Delta x_e=\frac{1}{2}\left(x_{e+1/2}+x_{e-1/2}\right),\ i=\overline{0,N_x},\quad x_1=0,$$

$$x_{N_{x_1}}=l_{x_1},\quad N_{x_1}=N_x+1,$$

$$\Delta y_j=\frac{1}{2}\left(y_{j+1/2}+y_{j-1/2}\right),\ j=\overline{0,N_y},\quad y_1=0,$$

$$y_{N_{y_1}}=l_y,\quad N_{y_1}=N_y+1.$$

Алгоритм решения системы (10)-(13) состоит в следующем. Поле давления находится из уравнений (11) поточечным методом Якоби (Азиз, Сеттари, 1982) . Далее явным образом находятся поля концентраций из уравнений (10) для компонентов. Перед началом вычислений на каждом шаге производится расчет парожидкостного равновесия (5), результатом которого является получение величин α_i и φ.

Схема (10)-(13) консервативна по всем i. Однако условие $\sum_{i=1}^{N} z_{ie,j}=1$ в каждом узле сетки (e,j) выполняется не точно, а с погрешностью $O(\tau)$, что не позволяет ей быть полностью консервативной. Для устранения этого недостатка вводится корректор (Муркес и др.,1977), применение которого дает уточ-

ненные значения давления P и составов z_i. При этом для определения $z_1, z_2, ..., z_N$ необходимо решать лишь первые $(N-1)$ разностные уравнения (10), а z_N можно найти из условия $\sum_{i=1}^{N} z_i = 1$.

На основе изложенного алгоритма проведены численные эксперименты при решении следующих задач:

а) Изучение процесса разработки газоконденсатной залежи в режиме истощения.

б) Обработка призабойной зоны газоконденсатной скважины "сухим" углеводородным газом с целью увеличения ее продуктивности.

Прогнозирование основных технологических показателей обработки призабойной зоны газоконденсатных скважин "сухим" газом выполнено на примере V блока VII горизонта глубокозалегающего газоконденсатного месторождения Азербайджана Булла-дениз.

Отметим, что залежи VII горизонта характеризовались следующими начальными значениями параметров: пластовое давление 71,4 МПа, температура - 102ºС, давление начала конденсации пластовой углеводородной смеси выше пластового давления, плотность конденсата – 800 кг/м³, ее молекулярная масса – 160, начальное конденсатосодержание газовой фазы – 362 г/м³. Пластовая газоконденсатная смесь состояла из (мол. %): 88,59 метана; 4,1 этана; 1,47 пропана; 0,77 бутана; 4,86 пентана плюс вышекипящих; 0,2 углекислого газа. Относительные фазовые проницаемости газа и конденсата были взяты из (Абасов и др.,1999).

Все физические свойства фаз и доли компонентов в каждой фазе определены по уравнениям состояния (Аббасов, 1990; Брусиловский, 2002), исходя из компонентного состава смеси при соответствующих давлениях и температурах.

С использованием вышеизложенного алгоритма был исследован механизм накопления ретроградного конденсата в призабойной зоне, результаты которого показаны на рис.1. На этом рисунке представлены зависимости изменения давления и конденсатонасыщенности по простиранию пласта, в том числе и в призабойной зоне скв. 39 на 21 год ее эксплуатации. Как видно из рис.1, на примере скв.39 насыщенность в призабойной зоне пласта намного больше, чем в других его частях. Это послужило причиной снижения продуктивности скважины по мере ее эксплуатации. С целью повышения продуктивности скважин в (Абасов и др.,1999) рассматривалась закачка "сухого" углеводородного газа, в составе которого содержание метана доходило до 90-95 мол. %, и задача была решена на базе бинарной модели фильтрации с обеспечением расчетов экспериментальными PVT данными.

Исследовались физические процессы, протекающие в ходе обработки призабойной зоны на примере скважин 39; 46; 73 "сухим" углеводородным газом. Результаты прогнозных расчетов после обработки скважины "сухим" углеводородным газом на примере скважины 39 представлены на рис. 2, где показано распределение конденсатонасыщенности коллектора на различные моменты эксплуатации скважины. Как видно из рис.2, через 6 месяцев после эксплуатации насыщенность пласта у забоя скважины возрастает до 0,07 -0,09, а в дальнейшем и до 0,3, при максимальном ее значении 0,65-0,7 на расстоянии 10-12м от оси скважины.

На рис.3-4 представлена динамика изменения дебитов скважин 39 и 46 после ее обработки. Из этих рисунков видно, что рост дебитов газа и конденсата после обработки по указанным скважинам не одинаковый. Например, если в начальный момент пуска их в эксплуатацию на скв.39 количество конденсата выросло почти на 100%, то по скв.46 это количество не превышает 80%. Аналогичная тенденция наблюдается и по дебиту газа (соответственно 66% и 36%). Это позволяет дополнительно получить 925 т конденсата, 11,7 млн.м^3 газа из скв.39 и 1350 т конденсата, 11.4 млн.м^3 газа по скв.46 за год их эксплуатации (соответственно 370 и 390 дней).

Таким образом, на базе многокомпонентной фильтрации разработана и реализована расчетная схема для прогнозирования технологических показателей обработки призабойной зоны газоконденсатной скважины с целью повышения ее производительности.

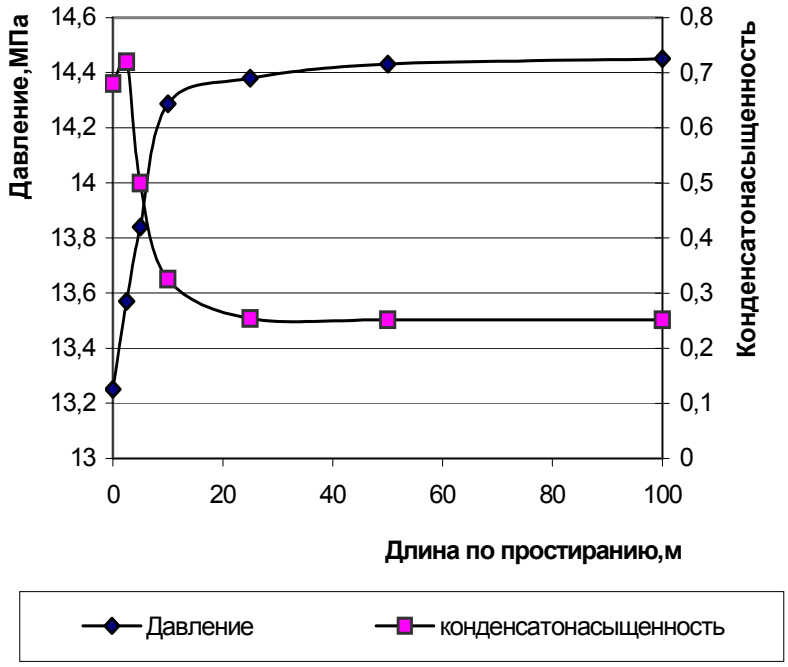


Рис. 1. Профиль распределения давления и конденсатонасыщенности по простиранию пласта (скв. 39)

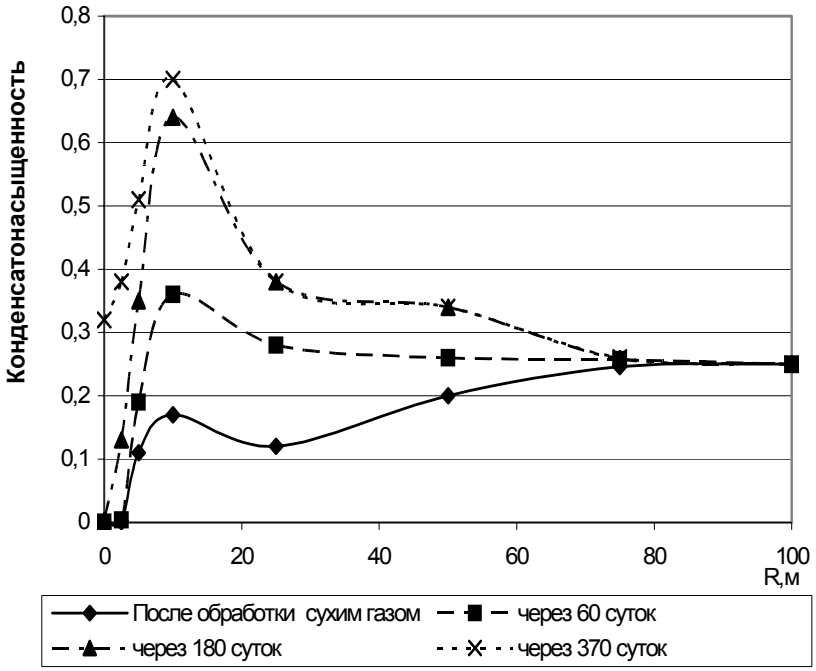


Рис. 2. Изменение конденсатонасыщенности коллектора в призабойной зоне скв.39 в процессе эксплуатации после обработки ее " сухим" газом

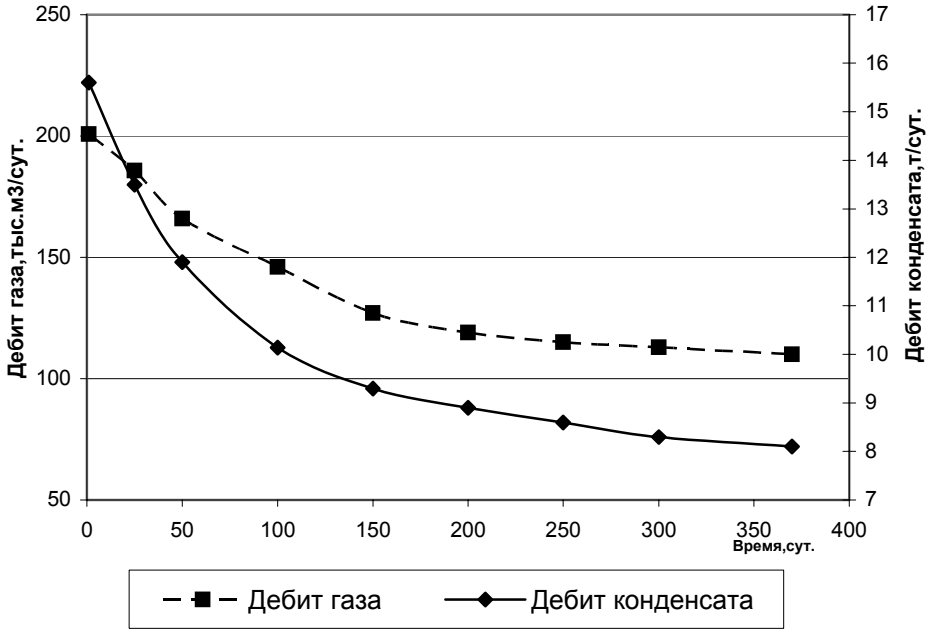


Рис. 3. Изменение дебита газа и конденсата после обработки призабойной зоны скв.39 по времени

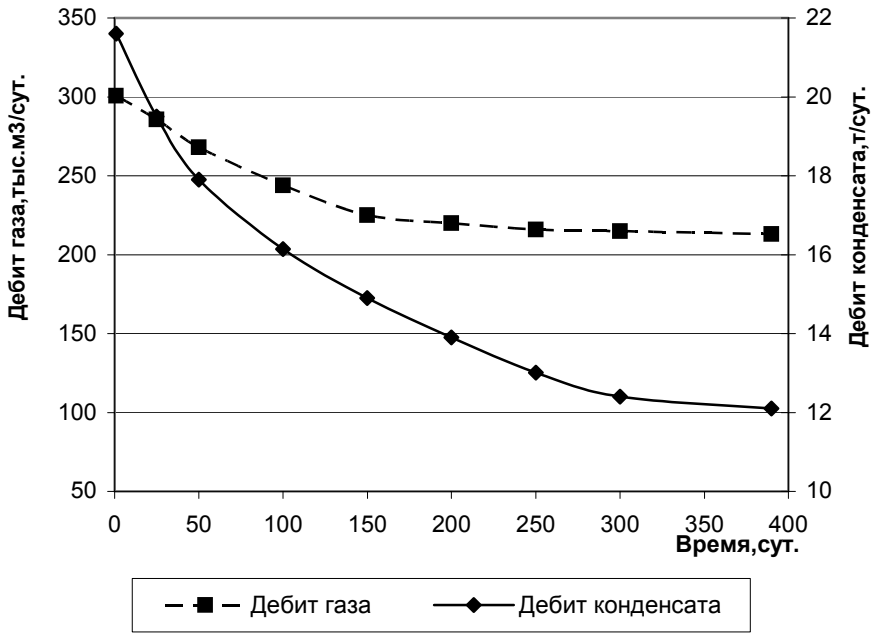


Рис. 4. Изменение дебита газа и конденсата после обработки призабойной зоны скв.46 по времени

Автор выражает благодарность академику М.Т.Абасову за постановку задачи и обсуждение результатов работы.

ЛИТЕРАТУРА

АБАСОВ, М.Т., АББАСОВ, З.Я., ДЖАЛАЛОВ, Г.И., ФЕЙЗУЛЛАЕВ, Х.А., РЗАЕВА, В.Г. 1999. Моделирование процесса извлечения конденсата из призабойной зоны скважины «сухим» углеводородным газом. *Изв. АН Азерб., серия Наук о Земле*, Баку, 2, 3-6.

АББАСОВ, З.Я. 1990. Новое кубическое уравнение состояния для расчета объемных свойств газоконденсатных систем для условий глубокозалегающих месторождений. *Депон. ВИНИТИ*, 2640-В 90.

АЗИЗ, Х., СЕТТАРИ, Э. 1982. Математическое моделирование пластовых систем. Недра, Москва, 407.

БРУСИЛОВСКИЙ, А.И. 2002. Фазовые превращения при разработке месторождений нефти и газа. Грааль, Москва, 575.

СЕЙДЖ, Б.Х. 1969.Термодинамика многокомпонентных систем. Недра, Москва, 304.

ЖЕЛТОВ, Ю. П., РОЗЕНБЕРГ М.Д. 1962. О фильтрации многокомпонентных систем. *НТС по добыче нефти*, 18, Гостоптехиздат, Москва, 19-25.

МУРКЕС, М. И., РОЖДЕСТВЕНСКИЙ, В.А., ШОВКРИНСКИЙ, Г.Ю. 1977. Два численныхметода решения одномерных задач фильтрации многокомпонентных систем. *ЖВМ и МФ*,т.17, 3, 696-705.

НИКОЛАЕВСКИЙ, В.Н. 1963. Об уравнениях движения газоконденсатной смеси в пористой среде. *Инж. жур*, т.12, 3, 557-559.

КУРБАНОВ, А.К., РОЗЕНБЕРГ, М.Д., ЖЕЛТОВ, Ю.П. и др. 1964. О движении многокомпонентных углеводородных смесей в пористой среде. *ВНИИ,НТС по добыче нефти*, 24, 41-43.

Рецензент: член-корр. НАН Азербайджана Г.И.Джалалов

© Т.К.Рамазанов, М.Х.Гюльмамедов, М.Г.Ханбабаева, 2006

ДИНАМИКА ДИЛАТАНСИОННО-ПЛАСТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ВОКРУГ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ СКВАЖИНЫ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ВЫНОСА ТВЕРДОЙ ПОРОДЫ

Т.К.Рамазанов, М.Х.Гюльмамедов, М.Г.Ханбабаева

Институт геологии НАН Азербайджана
AZ 1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А

На основе совместного решения уравнений сохранения импульсов и масс для твердой и жидкой фаз насыщенных пористых сред впервые исследован процесс нестационарной фильтрации жидкости в дилатансионно-пластической зоне вокруг центральной совершенной скважины. Получены аналитические выражения для гидродинамических характеристик пласта и порового давления, определен вынос интенсивности разрушенной породы и изучена динамика развития упруго-пластической границы в зависимости от параметров задачи.

Интенсификация разработки слабосцементированных нефтегазовых месторождений, с одной стороны, требует увеличения как пластового давления, так и градиента давления, с другой стороны, она приводит к интенсивному выносу разрушенной породы. Поэтому из проблем подземной гидродинамики важными являются изучение механизма развития упруго-пластических зон вокруг действующей скважины и регулирование пластового давления и выноса объема поступления разрушенных пород в скважину.

Математическое моделирование процесса фильтрации флюида в дилатирующих зонах вокруг скважины изучается с недавнего времени (Рамазанов, 1996; Графутко, Николаевский, 1998; Рамазанов, Атаев, 2000). В связи с этим представляют интерес исследование нестационарной фильтрации жидкости в неустойчивой зоне и определение порового давления, пористости и коэффициента проницаемости пласта вблизи действующей скважины (Рамазанов, 1996; Графутко, Николаевский, 1998; Рамазанов, Атаев, 2000; Зотов и др., 1987; Горбунов, 1981).

Постановка задачи: Пусть в плоско-радиальном пласте мощностью h пробурена одна центральная совершенная скважина с начальным радиусом a_0, и до эксплуатации скважины вокруг нее образовалась пластическая зона радиусом R_0. При мгновенном пуске скважины с постоянным дебитом Q_f происходит развитие дилатансионно-пластической зоны и интенсивный вынос породы с дебитом Q_s(t) в скважину. За пределом пластической зоны пласт ведет себя как линейно-упругая среда, и в этой области поддерживается постоянное пластовое давление p_k на контуре питания R_k. Граница, разделяющая пластическую область от упругой $R(t)$, значительно меньше, чем R_k. В бесконечности выполняется условие покоя, т.е. радиальное эффективное напряжение σ_{rr}^f и пористость m постоянны и равны начальным значениям σ_k^f, m_0 и т.д. Требуется определить динамику интенсивности выноса твердых пород пласта, радиусов дилатансионно-пластической зоны и изменения давления на стенке скважины.

Для пластической зоны уравнения неразрывности твердой и жидкой фаз в плоско-радиальном случае имеют вид (Рамазанов, 1996; Графутко, Николаевский, 1998; Рамазанов, Атаев, 2000; Николаевский, 1984):

$$\frac{\partial(1-m)\rho_s}{\partial t}+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left[r(1-m)\rho_s\upsilon\right]=0, \quad (1.1)$$

$$\frac{\partial m\rho_f}{\partial t}+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(rm\rho_f w\right)=0, \quad (1.2)$$

уравнения сохранения импульса твердого скелета:

$$\frac{\partial\sigma_{rr}^f}{\partial r}+\frac{\sigma_{rr}^f-\sigma_{\theta\theta}^f}{r}-\frac{\partial p}{\partial r}=0, \quad (1.3)$$

и движение жидкости при учете скорости твердой фазы (обобщение закона Дарси):

$$\frac{k}{\mu_0}\frac{\partial p}{\partial r} = -m(w-\upsilon), \qquad (1.4)$$

дилатансионное соотношение:

$$\frac{\partial \upsilon}{\partial r} + \frac{\upsilon}{r} = \Lambda\sqrt{\frac{3}{3-\Lambda^2}}\left(\frac{\partial \upsilon}{\partial r} - \frac{\upsilon}{r}\right) \text{ или}$$

$$\frac{\partial \upsilon}{\partial r} + n\frac{\upsilon}{r} = 0, \qquad (1.5)$$

условие текучести Морра-Кулона в главных эффективных напряжениях:

$$\sigma^f_{\theta\theta} - N\sigma^f_{rr} = K\ , \qquad (1.6)$$

где m, k – соответственно пористость и коэффициент проницаемости пласта, ρ_f, w, p - истинные плотность, радиальная скорость и поровое давление жидкой фазы, ρ_s, υ - истинные плотность, радиальная скорость твердой фазы, μ_0 - динамическая вязкость жидкости, $\sigma^f_{rr}, \sigma^f_{\theta\theta}$ - радиальное и кольцевое эффективные напряжения, α, Y - коэффициенты внутреннего трения и сцепления, Λ - скорость дилатансии, $N = (1+\sin\varphi)/(1-\sin\varphi)$, $K = -2Y\sin\varphi/\alpha(1-\sin\varphi)$,

$$\sin\varphi = \alpha\frac{\sqrt{3(3-\Lambda^2)}}{3-\alpha\Lambda},$$

$$n = 1 + \frac{2\Lambda\left(3\Lambda + \sqrt{3(3-\Lambda^2)}\right)}{3-4\Lambda^2}.$$

Следует отметить, что случай $\Lambda>0$ характеризует разрыхление плотной матрицы пласта, $\Lambda<0$ – уплотнение рыхлой матрицы, а $\Lambda=0$ – является критическим состоянием (несжимаемость среды).

В пластической зоне $(a(t) \le r \le R(t))$ система уравнений (1.1) – (1.6) относительно неизвестных $m, p, w, \upsilon, \sigma^f_{rr}, \sigma^f_{\theta\theta}$ замкнута. Здесь текущий радиус $a(t)$ скважины определяется в ходе решения задачи. Плотности фаз определяются термодинамическими уравнениями состояния фаз:

$$\rho_f = \rho_f(p),\ \rho_s = \rho_s(p, \sigma^f),$$

$$\sigma^f = (1/3)\sigma^f_{ij}\delta_{ij}.$$

Во внешней упругой зоне $R(t) \le r < \infty$ выполняются те же уравнения (1.1) – (1.4) с упругими параметрами пласта, которые замыкаются обобщенным законом Гука:

$$\sigma^{fe}_{rr} = 2G\left(\frac{\partial u^e_r}{\partial r} + \frac{\nu}{1-2\nu}e\right) + \varepsilon p_e,$$

$$\sigma^{fe}_{\theta\theta} = 2G\left(\frac{\partial u^e_r}{\partial r} + \frac{\nu}{1-2\nu}e\right) + \varepsilon p_e, \qquad (1.7)$$

$$\sigma^{fe}_{zz} = \nu\left(\sigma^{fe}_{rr} + \sigma^{fe}_{\theta\theta}\right),$$

где p_e - поровое давление в упругой зоне, E, ν - модуль упругости и коэффициент Пуассона сухого пласта, $\varepsilon = (1-m_0)\beta_1 \mathrm{K}$ - коэффициент сцементированности матрицы пласта, $e = \partial u^e_r/\partial r + u^e_r/r$, u_r - объемная деформация и радиальные перемещения твердых частиц в упругой зоне, $G = (1-m_0)E/2(1+\nu)$, $\upsilon^e = \partial u^e_r/\partial t$, $\mathrm{K} = E/3(1-2\nu)$.

В уравнениях (1.1)–(1.4), (1.7) искомыми параметрами являются $m_e, p_e, w_e, u^e_r, \sigma^{fe}_{rr}, \sigma^{fe}_{\theta\theta}$, и эта система тоже замкнута.

Начальные и граничные условия: Пусть при t=0 начальные условия и условия в бесконечности совпадают, т.е. $p=p_e=p_k, m=m_0$.

На стенке скважины заданы радиальное эффективное напряжение и дебит жидкой фазы скважины:

$$\sigma^f_{rr} = \sigma^f_a = 0,\ r\frac{\partial p}{\partial r} = -\frac{Q_f\mu_0}{2\pi k_a h}, \qquad (1.8)$$

при $r = a(t)$.

На упруго-пластической границе должны быть выполнены условия равенства значе-

ний скоростей смещений, радиальных напряжений и поровых давлений

$$\upsilon = \upsilon^e,\ \sigma_{rr}^f = \sigma_{rr}^{fe},\ p = p_e,\ r = R(t), \quad (1.9)$$

а в бесконечности должны быть выполнены условия покоя:

$$\sigma_{rr}^{fe} = \sigma_k^f,\ m = m_0,\ p = p_k, r \to \infty. \quad (1.10)$$

Решение задачи в пластической зоне $(a(t) \le r \le R(t))$. Из уравнения (1.5) получаем

$$\upsilon = c(t) r^{-n}. \quad (2.1)$$

Скорость стенки скважины $\dot{a}(t)$ определяется скоростью твердых частиц, находящихся в ней. Отсюда находим $\upsilon(t)$, т. е.

$$\upsilon(a) = \frac{da}{dt},\ c(t) = \dot{a}\, a^n,\ \upsilon = \left(\frac{a}{r}\right)^n \frac{da}{dt}. \quad (2.2)$$

Уравнение сохранения массы твердой фазы (1.1) с помощью (2.1) и (2.2) приводим к уравнению

$$\frac{\partial \ln\left((1-m)\rho_s r^{1-n}\right)}{\partial a^{n+1}} + \frac{\partial \ln\left((1-m)\rho_s r^{1-n}\right)}{\partial r^{n+1}} = 0, \quad (2.3)$$

общее решение, которого имеет вид:

$$(1-m)\rho_s = f\left(r^{n+1} - a^{n+1}\right) r^{n-1}. \quad (2.4)$$

Используя начальные условия $\left(a = a_0, m = m_0, \rho_s = \rho_s^0 \text{ при } t = 0\right)$, функцию в (2.4) представим в виде

$$f(r,a) = (1-m_0)\rho_s^0 \times \times \left(a_0^{n+1} + r^{n+1} - a^{n+1}\right)^{\frac{1-n}{1+n}}. \quad (2.5)$$

Подставляя (2.5) в (2.4), получаем

$$(1-m)\rho_s = (1-m_0)\rho_s^0 \times \times \left[1 + \left(\frac{a_0}{r}\right)^{n+1} - \left(\frac{a}{r}\right)^{n+1}\right]^{\frac{1-n}{1+n}}. \quad (2.6)$$

При слишком невысоких давлениях для слабосжимаемых твердых частиц можно принять $\rho_s = \rho_s^0 = const$, поэтому деформирование порового пространства происходит из-за дилатансионного течения породы:

$$m = 1 - (1-m_0) \times \times \left[1 + \left(\frac{a_0}{r}\right)^{n+1} - \left(\frac{a}{r}\right)^{n+1}\right]^{\frac{1-n}{1+n}}. \quad (2.7)$$

Отсюда определим значение пористости на стенке скважины

$$m_a = 1 - (1-m_0)\left(\frac{a_0}{a}\right)^{1-n}. \quad (2.8)$$

Зависимость коэффициента проницаемости от пористости принято представлять в виде (Горбунов, 1981; Николаевский,1996):

$$k = k_0 \left(\frac{m}{m_0}\right)^l,\ l = \frac{a_k}{a_m}. \quad (2.9)$$

Здесь a_k, a_m - коэффициенты изменения проницаемости и пористости, параметр l – изменяется в широком диапазоне в зависимости от свойств горных пород, $l = 4 \div 12$.

Подставляя (1.4) и (2.7) с учетом (2.1) и (2.9) в уравнение сохранения массы жидкости (1.2) и предполагая, что $\rho_f \approx \rho_f^0$, и после интегрирования его от a до r и от r до R получаем:

$$p = -\overline{Q}_f \int_x^{\overline{R}} \frac{dx}{x\left\{1 - (1-m_0)\left[1 + x^{-n-1}\left(1 - y^{n+1}\right)\right]^{n_1}\right\}^l} + + \overline{Q}_s \left(\frac{1}{1-m_0} \times\right.$$

$$\times\int_x^{\overline{R}}\frac{dx}{x^n\left\{1-(1-m_0)\left[1+x^{-n-1}\left(1-y^{n+1}\right)\right]^{n_1}\right\}^{l-1}}+$$

$$+(1-n)\times \qquad (2.10)$$

$$\times\int_x^{\overline{R}}\frac{\int_y^x\left[1+z^{-n-1}\left(1-y^{n+1}\right)\right]^{\frac{-2n}{n+1}}z^{-n}dz}{x\left\{1-(1-m_0)\left[1+x^{-n-1}\left(1-y^{n+1}\right)\right]^{n_1}\right\}^{l}}dx\Bigg)+$$

$$+p_e\left(\overline{R}\right),$$

где $p\left(\overline{R}\right)$ – значение порового давления на $\overline{R}(t)$,

$$\overline{R}=\frac{R}{a_0},\ y=\frac{a}{a_0},\ \ x=\frac{r}{a_0},\ z=\frac{\rho}{a_0},\ n_1=\frac{1-n}{1+n},$$

$$Q_s(t)=-2\pi ah(1-m_a)\upsilon(a),$$

$$Q_f(t)=-2\pi ahm_a w(a), \qquad (2.11)$$

$$\overline{Q}_s(t)=\frac{\mu_0 m_0^l Q_s(t)}{2\pi hk_0},\quad \overline{Q}_f(t)=\frac{\mu_0 m_0^l Q_f(t)}{2\pi hk_0}.$$

Совместное решение уравнений (1.3) и (1.6) при граничном условии (1.8) будет иметь вид:

$$\sigma_{rr}^f=\left(\sigma_a^f+\frac{K}{N-1}\right)\left(\frac{r}{a}\right)^{N-1}+$$

$$+r^{N-1}\int_a^r\rho^{1-N}\frac{\partial p}{\partial\rho}d\rho-\frac{K}{N-1}, \qquad (2.12)$$

$$\sigma_{\theta\theta}^f=N\sigma_{rr}^f+K.$$

Подставляя (2.10) в (2.12), получаем формулу для эффективного напряжения в дилатансионной зоне:

$$\sigma_{rr}^f=x^{N-1}\left\{\left(\sigma_a^f+\frac{K}{N-1}\right)y^{1-N}+\overline{Q}_f(t)\times\right.$$

$$\times\int_y^x\frac{dx}{x^N\left\{1-(1-m_0)\left[1+x^{-n-1}\left(1-y^{n+1}\right)\right]^{n_1}\right\}^{l}}-$$

$$-\overline{Q}_s(t)\Bigg(\frac{1}{1-m_0}\times$$

$$\times\int_y^x\frac{dx}{x^{N+n-1}\left\{1-(1-m_0)\left[1+x^{-n-1}\left(1-y^{n+1}\right)\right]^{n_1}\right\}^{l-1}}+$$

$$+(1-n)\times \qquad (2.13)$$

$$\left.\left.\times\int_y^x\frac{\int_y^z\left[1+z^{-n-1}\left(1-y^{n+1}\right)\right]^{\frac{-2n}{n+1}}z^{-n}dz}{x^N\left\{1-(1-m_0)\left[1+x^{-n-1}\left(1-y^{n+1}\right)\right]^{n_1}\right\}^{l}}dx\Bigg)\right\}-$$

$$-\frac{K}{N-1}.$$

Таким образом, получены формулы для $\upsilon=\dot{a}(a/r)^n$ - (2.1), m - (2.7), p – (2.10), σ_{rr}^f и $\sigma_{\theta\theta}^f$ - (2.12), которые зависят пока от подлежащих определению параметров $a(t)$, $R(t)$, $p(R)$. Из (1.4) находится скорость фильтрации жидкости w.

Упругая зона $\left(R(t)\le r\le\infty\right)$. Подставляя (1.7) в (1.3), получаем уравнение сохранения полного импульса насыщенного жидкостью пласта в радиальном перемещении

$$\frac{1-\nu}{1-2\nu}\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{1}{r}\frac{\partial\left(ru_r^e\right)}{\partial r}\right)-\frac{1-\varepsilon}{2G}\frac{\partial p_e}{\partial r}=0. \qquad (3.1)$$

Решение (3.1) будет иметь вид:

$$u_r^e=c_1r+\frac{c_2}{r}+\frac{s}{r}\int_R^r\rho\,p_e d\rho, \qquad (3.2)$$

где c_1, c_2 – параметры интегрирования, $s=(1-2\nu)(1-\varepsilon)/2G(1-\nu)$. Из (1.7) и (3.2)

определим радиальное эффективное напряжение:

$$\sigma_{rr}^{fe} = 2G\left(\frac{c_1}{1-\nu} - \frac{c_2}{r^2} - \frac{s}{r^2}\times\right.$$
$$\left.\times\int_R^{R_k}\rho\, p_e d\rho - \frac{s}{r^2}\int_R^{\infty}\rho\, p_e d\rho\right) + p_e. \quad (3.3)$$

Учитывая, что $p_e = p_k = const$ при $r \in [R_k, \infty)$, из (3.3) и граничных условий (1.9), (1.10) находим:

$$c_1 = \frac{1-2\nu}{2G}\left[\sigma_k^f - (1-Gs)p_k\right], \quad (3.4)$$
$$c_2 = -\frac{R^2}{2G}\left[\sigma_{rr}^f(R) - p_e(R) - \sigma_k^f + (1-Gs)p_k\right].$$

Подставляя (3.4) в (3.2), (3.3) и (1.7), определяем напряженно-деформированное состояние пласта в упругой зоне

$$u_r^e = \frac{1-2\nu}{2G}\left[\sigma_k^f - (1-Gs)p_k\right]r - \frac{1}{2G}\left[\sigma_{rr}^f(R) -\right.$$
$$\left. - p_e(R) - \sigma_k^f + (1-Gs)p_k\right]\frac{R^2}{r} + \frac{s}{r}\int_R^r \rho\, p_e d\rho\ ,$$
$$\sigma_{rr}^{fe} = \sigma_k^f - (1-Gs)p_k - \left[\sigma_k^f - (1-Gs)p_k - \right.$$
$$\left. - \sigma_{rr}^f(R) + p_e(R)\right]\frac{R^2}{r^2} - \frac{2Gs}{r^2}\int_R^r \rho\, p_e d\rho + p_e\ ,$$
$$\sigma_{\theta\theta}^{fe} = \sigma_k^f - (1-Gs)p_k + \left[\sigma_k^f - (1-Gs)p_k - \right.$$
$$\left. - \sigma_{rr}^f(R) + p_e(R)\right]\frac{R^2}{r^2} + \frac{2Gs}{r^2}\times$$
$$\times\int_R^r \rho\, p_e d\rho + (1-2Gs)p_e, \quad (3.5)$$
$$\sigma_{zz}^{fe} = 2\nu\left[\sigma_k^f + (1-Gs)\times\right.$$
$$\left.\times(p_e - p_k)\right] + (1-2\nu)\varepsilon\, p_e.$$

Эффективные напряжения (3.5) должны удовлетворять с внешней стороны упруго-пластической границы условию текучести (1.6):

$$\sigma_{rr}^f(R) = \frac{2}{N_e+1}\times$$
$$\times\left[\sigma_k^f - (1-Gs)(p_k - p_e(R)) - \frac{K_e}{2}\right]. \quad (3.6)$$

Здесь N_e, K_e соответствуют значениям критического состояния (Λ=0) породы пласта на границе R. Отметим уместно, что условие текучести (1.6) верно в той области пласта, в которой выполняется неравенство $\sigma_{rr}^f < \sigma_{zz}^f < \sigma_{\theta\theta}^f$.

В упругой области объемная деформация и среднее напряжение определяются формулами (3.5):

$$e = \frac{\partial u_r^e}{\partial r} + \frac{u_r^e}{r} = sp_e + \frac{1-2\nu}{G}\left[\sigma_k^f - (1-Gs)p_k\right],$$
$$\sigma^{fe} = \frac{\sigma_{rr}^{fe} + \sigma_{\theta\theta}^{fe} + \sigma_{zz}^f}{3} = \frac{2(1+\nu)}{3}\times \quad (3.7)$$
$$\times\left[\sigma_k^f - (1-Gs)p_k\right] + \left[(1-m_0)\mathsf{K}s + \varepsilon\right]p_e\ .$$

При малых отклонениях параметров пласта m', p_e' и др. от своего исходного состояния m_0, p_k и др. уравнения (1.1) и (1.2) линеаризуются ($m = m_0 + m', e = e_0 + e',\ p_e = p_k + p_e'$ и т.д.), т. е.

$$\frac{\partial m'}{\partial t} + \beta_1\frac{\partial \sigma'^{fe}}{\partial t} - (1-m_0)\times$$
$$\times\beta_1\frac{\partial p_e'}{\partial t} - (1-m_0)\frac{\partial e'}{\partial t} = 0, \quad (3.8)$$

$$\frac{\partial m'}{\partial t} + \beta_2 m_0\frac{\partial p_e'}{\partial t} + m_0\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(rw_e') = 0. \quad (3.9)$$

Подставляя (3.7) в уравнение неразрывности твердой фазы (3.8) и проинтегрировав его, получаем

$$m' = (1-m_0)(1-\beta_1 \mathsf{K})(\beta_1 + s)p'_e. \quad (3.10)$$

Уравнение неразрывности жидкой фазы (3.9) с помощью закона Дарси

$$\frac{k_0}{\mu_0}\frac{\partial p'}{\partial r} = -m_0(w'_e - \upsilon'_e),\ \upsilon^e = \frac{\partial u'^e_r}{\partial t} \quad (3.11)$$

и соотношения (3.9) приводится к виду:

$$\frac{\partial p'_e}{\partial t} = \chi \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{k_e}{k_0} r \frac{\partial p'_e}{\partial r}\right), \quad (3.12)$$

где

$$\chi = \frac{\chi_0}{a+b}, \chi_0 = k_0(1-m_0)(1-\nu)\frac{E}{\mu_0},$$

$$a = (1-m_0)(1-\nu)[(1-m_0)(1-\beta_1 \mathsf{K})\beta_1 + m_0\beta_2],$$

$$b = (1-\varepsilon)^2(1+\nu)(1+2\nu).$$

Таким образом, после определения из уравнения (3.12) p'_e полностью определяются напряженно-деформированные состояния пласта, пористости, коэффициент проницаемости, скорости твердой и жидкой фазы. При $k_e = k_0$ уравнение (3.12) линеаризуется и его интегрирование не представляет трудности.

Интенсивность выноса твердой породы пласта $\overline{Q_s}(t)$ на стенке скважины ($r=a$) определяется условием (2.11) и формулами (2.2), (2.8):

$$y^n \frac{dy}{dt} = -\frac{\overline{Q}_s(t)k_0}{(1-m_0)m_0^l a_0^2 \mu_0}. \quad (4.1)$$

Воспользуясь формулами (2.2), (2.10), (2.12), (3.5) и решением уравнения (3.12) при граничных и начальных условиях, из (1.9) получаем:

$$2G(N_e+1)\left(\frac{a}{r}\right)^n \frac{da}{dt} = \{K_e + 2[(1-\nu)N_e - \nu]\times$$

$$\times[\sigma_k^f - (1-Gs)p_k]\}\frac{dR}{dt} + \quad (4.2)$$

$$+ (N_e + 2Gs - 1)\left[p_e(R,t)\frac{dR}{dt} + R\frac{\partial p_e(R,t)}{\partial t}\right].$$

$$\overline{Q}_f(t)\int_y^{\overline{R}} \frac{dx}{x^N f^l(x,y)} - \overline{Q}_s(t)\left(\frac{1}{1-m_0}\times\right.$$

$$\times \int_y^{\overline{R}} \frac{dx}{x^{N+n-1} f^{l-1}(x,y)} + (1-n)\int_y^{\overline{R}} \frac{\varphi(x,y)dx}{x^N f^l(x,y)}\Bigg) +$$

$$+ \frac{2(1-Gs)}{N_e+1}\overline{R}^{1-N}[p_k - p_e(R)] = \left[\frac{K}{N-1} + \quad (4.3)\right.$$

$$\left. + \frac{2}{N_e+1}\left(\sigma_k^f - \frac{K_e}{2}\right)\right]\overline{R}^{1-N} - \left(\sigma_a^f + \frac{K}{N-1}\right)y^{1-N},$$

где

$$f(x,y) = 1 - (1-m_0)\times$$

$$\times[1 + x^{-n-1}(1-y^{n+1})]^{n_1}, \quad (4.4)$$

$$\varphi(x,y) = \int_y^x [1 + z^{-n-1}(1-y^{n+1})]^{-\frac{2n}{n+1}} z^{-n} dz.$$

Динамика развития давления p на стенке скважины определяется формулой (2.10) при $r=a(t)$:

$$p_a = -\overline{Q}_f \int_y^{\overline{R}} \frac{dx}{x f^l(x,y)} + \overline{Q}_s\left[\frac{1}{1-m_0}\times\right. \quad (4.5)$$

$$\left.\times \int_y^{\overline{R}} \frac{dx}{x^n f^{l-1}(x,y)} + (1-n)\int_y^{\overline{R}} \frac{\varphi(x,y)dx}{x f^l(x,y)}\right] + p_e(\overline{R}).$$

Если в системе (4.1)-(4.3) заданы параметры пласта и $\overline{Q}_f$, то она замкнута относи-

тельно неизвестных y, $\overline{R}$ и $\overline{Q}_s$. Определение последних дает возможность из (4.5) вычислить p_a. Если известно p_a, то требуется решить совместно систему интегродифференциальных уравнений (4.1) – (4.5) относительно $y, \overline{R}, \overline{Q}_s$ и $\overline{Q}_f$.

Рассмотрим частный случай. Если режим работы скважины таков, что в упругом пласте на контуре питания поддерживается постоянное давление (что, например, обеспечивается при разработке месторождения с поддержанием давления), то коэффициент продуктивности скважины при длительной ее работе может быть определен из выражения (Бузинов, Умрихин, 1984):

$$p_k - p_e(r,t) = -\frac{Q_f \mu_0}{2\pi k_0 h} \ln \frac{r}{R_k}. \qquad (4.6)$$

Если начальное давление в пласте постоянное, то при пуске скважины с постоянным дебитом депрессия будет изменяться по формуле:

$$p_k - p_e = -\frac{Q_f \mu_0}{2\pi k_0 h} \ln \sqrt{\frac{r^2}{2{,}25\chi t}}, \ \overline{\chi} t >> r^2 \qquad (4.7)$$

для малых t и по формуле

$$p_k - p_e = -\frac{Q_f \mu_0}{2\pi k_0 h} \times \left(\ln \frac{r}{R_k} + 1{,}283 e^{-5{,}784 \frac{\overline{\chi} t}{R_k^2}} \right) \qquad (4.8)$$

для больших t.

Подставляя (4.7) и (4.8) в (4.2)-(4.5) и переходя к безразмерным величинам, получим

$$2G(N_e+1) y^n \frac{dy}{dt} = \overline{R}^n \left\{ \left[K_e + 2\left((1-\nu)N_e - \nu\right) \times \sigma_k^f - 2(1+N_e)\left((1-\nu)(1-Gs) - \frac{1}{2}\right) p_k + A\left(1 + \ln \frac{\overline{R}}{\sqrt{2{,}25\overline{\chi} t}}\right) \right] \frac{d\overline{R}}{dt} - \frac{A}{2} \cdot \frac{\overline{R}}{t} \right\}, \qquad (4.9)$$

$$\overline{Q}_f \left(\int_y^{\overline{R}} \frac{dx}{x^N f^l(x,y)} - B \overline{R}^{1-N} \ln \frac{\overline{R}}{\sqrt{2{,}25\overline{\chi} t}} \right) - \overline{Q}_s \left(\frac{1}{1-m_0} \int_y^{\overline{R}} \frac{dx}{x^{N+n-1} f^{l-1}(x,y)} + (1-n) \times \int_y^{\overline{R}} \frac{\varphi(x,y)dx}{x^N f^l(x,y)} \right) = \left[\frac{K}{N-1} + \frac{2}{N_e+1} \times \left(\sigma_k^f - \frac{K_e}{2} \right) \right] \overline{R}^{1-N} - \left(\sigma_a^f + \frac{K}{N-1} \right) y^{1-N};$$

$$\overline{Q}_f \left(\int_y^{\overline{R}} \frac{dx}{x f^l(x,y)} - \frac{k_0}{k_e m_o^e} \ln \frac{\overline{R}}{\sqrt{2{,}25\,\overline{\chi}\, t}} \right) - \overline{Q}_s \left[\frac{1}{1-m_0} \int_y^{\overline{R}} \frac{dx}{x^n f^{l-1}(x,y)} + (1-n) \int_y^{\overline{R}} \frac{\varphi(x,y)dx}{x f^l(x,y)} \right] = p_k - p_a,$$

при малых t и

$$2G(N_e+1) y^n \frac{dy}{dt} = \overline{R}^n \left\{ \left[K_e + 2\left((1-\nu)N_e - \nu\right) \times \sigma_k^f - 2(1+N_e)\left((1-\nu)(1-Gs) - \frac{1}{2}\right) p_k + A\left(1 + \ln \frac{\overline{R}}{\overline{R}_k} + 1{,}283 e^{-5{,}784 \frac{\overline{\chi} t}{\overline{R}_k^2}}\right) \right] \times \qquad (4.10)$$

$$\times \frac{d\overline{R}}{dt} - \frac{7{,}429A}{\overline{R}_k^2} e^{-5{,}784\frac{\overline{\chi}t}{\overline{R}_k^2}} \overline{R} \Bigg\},$$

$$\overline{Q}_f \left[\int_y^{\overline{R}} \frac{dx}{x^N f^l(x,y)} - B\overline{R}^{1-N} \times \right.$$

$$\left. \times \ln\left(\frac{\overline{R}}{\overline{R}_k} + 1{,}283 e^{-5{,}784\frac{\overline{\chi}t}{\overline{R}_k^2}} \right) \right] - \overline{Q}_s \left(\frac{1}{1-m_0} \times \right.$$

$$\left. \times \int_y^{\overline{R}} \frac{dx}{x^{N+n-1} f^{l-1}(x,y)} + (1-n) \int_y^{\overline{R}} \frac{\varphi(x,y)dx}{x^N f^l(x,y)} \right) =$$

$$= \left[\frac{K}{N-1} + \frac{2}{N_e+1} \left(\sigma_k^f - \frac{K_e}{2} \right) \right] \overline{R}^{1-N} -$$

$$- \left(\sigma_a^f + \frac{K}{N-1} \right) y^{1-N};$$

$$\overline{Q}_f \left[\int_y^{\overline{R}} \frac{dx}{x f^l(x,y)} - \frac{k_0}{k_e m_o^l} \times \right.$$

$$\left. \times \left(\ln \frac{\overline{R}}{\overline{R}_k} + 1{,}283 e^{-5{,}784\frac{\overline{\chi}t}{\overline{R}_k^2}} \right) \right] -$$

$$- \overline{Q}_s \left[\frac{1}{1-m_0} \int_y^{\overline{R}} \frac{dx}{x^n f^{l-1}(x,y)} + \right.$$

$$\left. + (1-n) \int_y^{\overline{R}} \frac{\varphi(x,y)dx}{x f^l(x,y)} \right] = p_k - p_a,$$

при больших t, где

$$A = \frac{\overline{Q}_f k_0 (N_l + 2Gs - 1)}{k_e m_o^l},$$

$$B = \frac{2(1-Gs)k_0}{(N_l+1)k_e m_o^l}, \ \overline{\chi} = \frac{\overline{\chi}}{a_0^2}.$$

Проведены численные расчеты (Самарский, Гулин, 1989) по замкнутой системе интегродифференциальных уравнений (4.1), (4.9) и (4.10), связывающей интенсивность объема выноса твердой породы $\overline{Q_s}$ с радиусами пластической зоны a и R, дебитом жидкости $\overline{Q_f}$ и перепадом давления $\Delta p = p_k - p_a$. При пуске скважины начальные размеры пластической зоны определяются из решения соответствующих статических задач.

$$k_0 = 6 \cdot 10^{-13} м^2, \ k_e = 2 \cdot 10^{-13} м^2, m_0 = 0.2,$$

$$K = -1.5 \cdot 10^5 Па, \ K_e = -2 \cdot 10^5 Па,$$

$$p_k = 1.5 \cdot 10^7 Па, \ \sigma_k^f = -2.5 \cdot 10^7 Па, l = 4,$$

$$n = 0.8; 1.5; 2, \ N = N_e = 3, \ a_0 = (0.12 - 0.15) \ м,$$

$$R_k = 200 \ м, \ \overline{\chi} = 40 \ сек^{-1}, \ Gs = 0.27, \ \nu = 0.25,$$

$$E = 4{,}02 \cdot 10^9 Па, \ \overline{Q_f} = (100 - 1000) Па.$$

При n>1 существуют критические значения $\overline{Q}_{fk}$, в случае $\overline{Q}_f < \overline{Q}_{fk}$ объем выноса твердой массы в зависимости от времени, быстро уменьшаясь, асимптотически стремится к нулю (рис. 1). На рисунках 1-3 кривая 1 соответствует значениям $n = 1{,}5$, $\overline{Q}_f = 200 Па$, $2 - \overline{Q}_f = 300 Па$, $3 - \overline{Q}_f = 400 Па$. В этом случае фильтрация происходит в процессе разуплотнения породы пласта и расширения пластической зоны вокруг скважины (рис. 2, 3).

Однако изначально при плотной упаковке породы пласта, когда вынос породы начинается после достижения $\overline{Q}_f$ значения $\overline{Q}_{fk}$ и n>1, соответственно определяемым величиной сцепления Y и скоростью дилатансии Λ, происходит разрыхление породы в окрестности скважины и быстрый рост $\overline{Q}_s$. Для указанных данных при n=1,5 критическое значение $\overline{Q}_f$ равно $\overline{Q}_{fk} \sim 450 Па$. С уменьшением коэффициентов проницаемости критическое значение $\overline{Q}_{fk}$ увеличивается и при $k_0 = 3 \cdot 10^{-13} м^2$, $k_e = 10^{-13} м^2$ становится равным $\overline{Q}_{fk} \sim 1000 Па$.

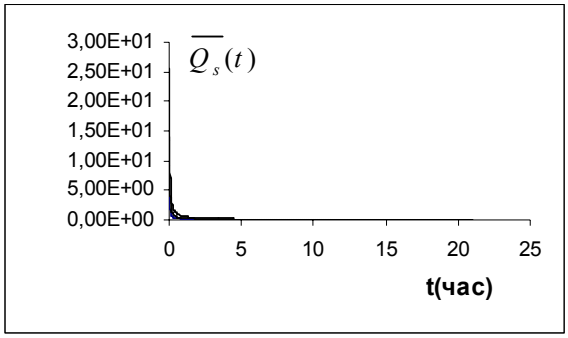


Рис. 1

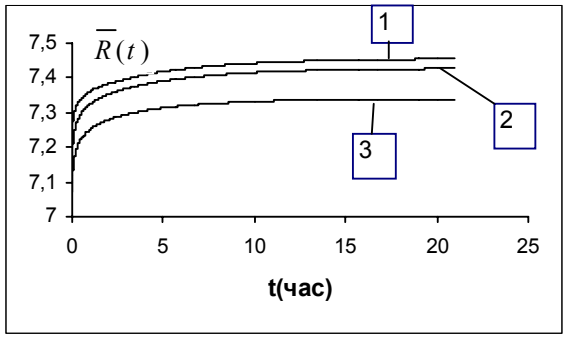


Рис. 2

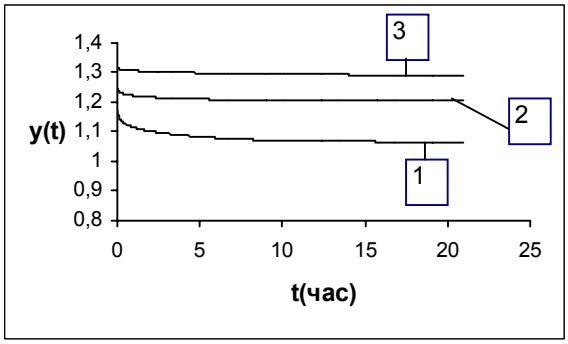


Рис. 3

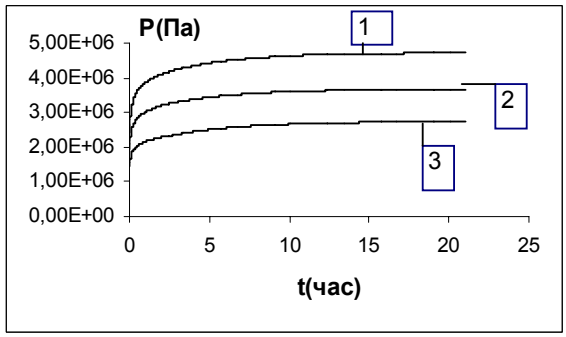


Рис. 4

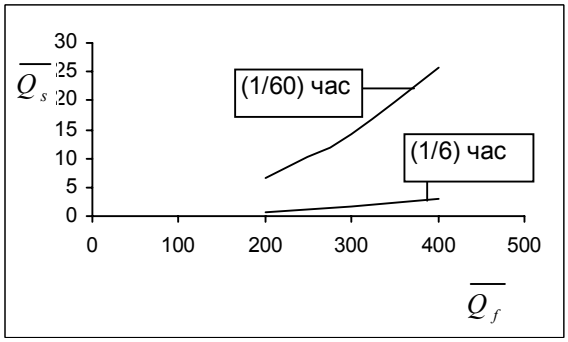


Рис. 5

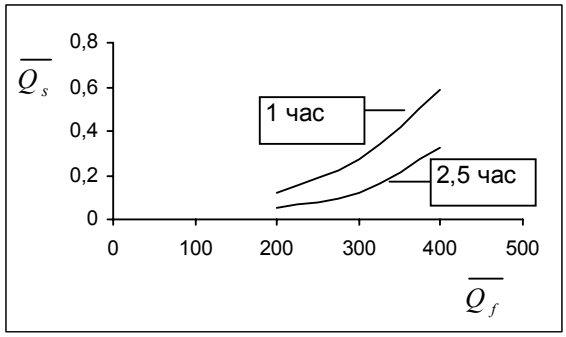


Рис. 6

Отметим, что продолжительность перепада давления, интенсивность выноса породы $\overline{Q_s}(t)$, расширение пластической зоны $a(t) \le r \le R(t)$ во времени зависят от режима работы скважины. Поскольку при заданном распределении давления в упругой зоне процесс фильтрации со временем переходит в стационарное состояние, то $\overline{Q_s}(t), \Delta p(t), a(t)$ и $R(t)$ тоже переходят в это состояние (рис. 1–рис. 4). Связь между $\overline{Q}_s$ и $\overline{Q}_f$ показана на рис. 5 и рис. 6. С ростом одного из значений n, m_0, k_0, k_e и $\overline{Q}_f$ увеличивается вынос интенсивности твердых фрагментов в работающую скважину.

В случае n<1 изначально пористость пласта велика и при фильтрации происходит

уплотнение разрыхленной породы, приводящее к уменьшению пористости и коэффициента проницаемости, а также к сужению пластической зоны.

ЛИТЕРАТУРА

РАМАЗАНОВ, Т.К. 1996. Пластические зоны вокруг действующей скважины. *Изв. ВУЗ, Нефт и газ,* 3-4, 13-19.

ГРАФУТКО, С.В., НИКОЛАЕВСКИЙ, В.Н. 1998. Задача о выносе песка в работающую скважины. *Мех. жид. и газа*, 5, с 130-138.

РАМАЗАНОВ Т.К., АТАЕВ Г.Н. 2000. Расширения дилатансионно-пластических зон вокруг действующей скважины и задача о выносе песка. *Вест. Бакинского Университета, Сер. наук о физ-мат.,* 2, 145-154; 3, 163-171.

ЗОТОВ, Г.А., ДИНКОВ, А.В., ЧЕРНЫХ, В.А. 1987. Эксплуатация скважин в неустойчивых коллекторах. Недра, Москва, 171.

ГОРБУНОВ, А.Т. 1981. Разработка аномальных нефтяных месторождений. Недра, Москва, 237.

НИКОЛАЕВСКИЙ, В.Н. 1996. Геомеханика и флюидодинамика. Недра, Москва, 447.

БУЗИНОВ, С.Н., УМРИХИН, И.Д. 1984. Исследование нефтяных и газовых скважин и пластов. Недра, Москва, 269.

САМАРСКИЙ, А.А., ГУЛИН, А.В. 1989. Численные методы. Наука, Москва, 432.

Рецензент: член-корр. НАН Азербайджана Г.И.Джалалов

© М.Т.Абасов и др., 2006

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ДОРАЗРАБОТКЕ МОРСКИХ ЗАЛЕЖЕЙ С ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫМИ ЗАПАСАМИ

М.Т.Абасов, Б.А.Багиров, С.А.Назарова, А.М.Салманов

Институт геологии НАН Азербайджана
AZ 1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А

В статье приводятся результаты исследований по разработке комплексного подхода к составлению блока стратегического развития нефтегазодобычи в части эффективного выбора применяемых МУН и новых технологий повышения нефтедобычи по объектам месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти.

Фундаментальные исследования в нефтегазогеологической науке подтвердили возможность применения новых технологий, радикально повышающих как уровни добычи, так и степень использования геологических запасов нефти, что особенно актуально для месторождений, эксплуатируемых длительное время. Нефтедобыча в Азербайджане имеет более чем вековой период развития, и в настоящее время в разработке находятся 18 морских месторождений. Основным нефтегазоносным комплексом месторождений Азербайджана являются отложения продуктивной толщи, представленные мощной серией ритмичного чередования пластов песка, песчаника, глины. Залежи нефти и газа приурочены к рыхлым среднесцементированным песчано-алевритовым коллекторам, сложенным хорошо отсортированными кварцевыми песками. Характерным для большого числа месторождений Азербайджана является сложность их тектонического строения, высокая неоднородность, сильная расчлененность, многопластовость, разнообразие природных режимов, изменчивость геолого-промысловых параметров по площади и объему.

Очевидно, что текущее состояние разрабатываемых нефтегазовых резервуаров после длительного периода их эксплуатации сильно осложнено - снизились пластовые давления, произошло неравномерное обводнение пластов и др. Тем не менее, даже при пессимистической оценке, при существующих технологиях из пластов этих морских месторождений может быть добыто более 100 млн.т нефти.

Увеличение нефтеотдачи пластов является одной из самых актуальных проблем нефтяной промышленности, и на всех этапах ее развития специалисты для увеличения степени извлечения нефти из пластов работали над разработкой спектра разнохарактерных геолого-технических и технологических мероприятий (внедрение вторичных и третичных методов воздействия на пласты, повышение качества вскрытия пластов, обработка призабойных зон скважин и др.).

На современном этапе проблема наиболее полного извлечения запасов нефти может быть реализована в случае, если будут надежно и оперативно выявлены все элементы, характеризующие геолого-промысловые условия пластов и применяемых современных технологических решений. Для этого были детально проанализированы геолого-технические данные разрабатываемых 18 морских месторождений республики. Отметим, что в разрезе этих месторождений выделяются 154 эксплуатационных объекта. Было установлено, что на фоне широкого изменения различных пластовых параметров наблюдаются резкие вариации степени реализации запасов нефти, даже при практически одинаковых технологиях нефтеизвлечения текущие коэффициенты варьируют от 0,05 до 0,60. Это объясняется особенностями проявления природных условий самих залежей и подвижностью флюидов в поровом пространстве коллекторов и др. Эти показатели, определяющие качество запасов нефти, в существенной степени влияют на добывные возможности нефтегазовых залежей. Поэтому при обосновании конечных коэффициентов нефтеотдачи еще в

начальной стадии ввода залежей в разработку необходимо правильно учитывать все физико-геологические параметры, в том числе и качество запасов нефти.

При определенных физико-геологических условиях и применении традиционных технологий разработки попытки добиться увеличения темпов нефтеизвлечения и степени использования геологических запасов не удавались, поэтому такие запасы стали называться трудноизвлекаемыми (ТИЗ) (Абасов и др., 2005; Абасов и др., 2002; Багиров и др. 1994 и др.). Многообразие геолого-технологических условий разработки в таких объектах также требует перманентного решения самого различного рода задач. Решая идентификационные задачи по комплексу геолого-промысловых параметров, из всего числа морских месторождений был выявлен 31 эксплуатационный объект, относимый к ТИЗ (Абасов и др. 2005; Багиров и др. 1998). Следует отметить, что из указанных объектов с начала разработки до настоящего времени добыто чуть более 36 млн.т нефти, что составляет 15% степени использования балансовых запасов этих залежей. Остаточные запасы соответственно составляют: балансовые – около 200 млн.т, извлекаемые – более 40 млн.т.

Эффективное вовлечение указанных запасов в разработку является приоритетной задачей и ее решение возможно с провидением новых интегрированных мультидисциплинарных научных исследований с привлечением современных методов моделирования, компьютерной техники и новых технологий нефтеизвлечения. В настоящее время в практике нефтедобычи для достижения поставленных целей все чаще стали использовать: новые методы увеличения нефтеотдачи (МУН) пластов и технологии повышения нефтедобычи (горизонтальные и многозабойные скважины, совместная эксплуатация одной скважиной двух и более пластов и др.), а также их комбинации.

Ниже рассмотрим подробно возможности применения некоторых из них в отдельности для объектов с ТИЗ нефти морских месторождений.

МУН. За последние десятилетия как в Азербайджане, так и в других странах значительно расширены работы по разработке и опытно-промышленному испытанию новых МУН, значительно увеличивающих конечную нефтеотдачу пластов.

Арсенал существующих и хорошо апробированных МУН достаточно широк – это термические, физико-химические, физико-гидродинамические, газовые, биологические, микробиологические, акустические методы воздействия.

По оценкам экспертов (Абасов и др., 2005; Абасов и др., 2002 и др.), известные в настоящее время МУН можно эффективно использовать на большинстве месторождений, что позволило бы увеличить нефтеотдачу как минимум на 3-5%. Эффективность этих методов в значительной степени зависит от трех обобщенных факторов: геолого-физического (свойства пластовых флюидов и коллекторов), технологического (давление нагнетания, размер оторочки агента, его концентрация в растворе, плотность сетки скважин и др.) и технического (обеспеченность техническими средствами и их качество, текущее состояние фонда скважин и т.д.). Очевидно, что технические и технологические характеристики применения МУН поддаются регулированию, в то время как геолого-физическая характеристика залежей такому регулированию не поддается, при этом от нее сильно зависит выбор того или иного метода воздействия. Поэтому необходимо базироваться на учете тех геолого-физических характеристик, от которых наиболее сильно зависит эффективность конкретного метода воздействия на этот пласт. Для этого необходимо выявить наиболее информативные показатели, определить в выбранном признаковом пространстве те сочетания, которые соответствуют каждому известному МУН, а уже затем определить близость к одной или нескольким таким областям геологических объектов, где предполагается его применение. На заключительном этапе для принятия решения о выборе конкретного метода воздействия необходима информация об ее технико-экономической эффективности.

Для выявления перечня нефтяных залежей для широкомасштабного применения МУН следует провести детальный анализ геолого-физических и технологических показателей эксплуатационных объектов. Значительное число залежей с ТИЗ нефти и большой арсенал методов требуют наличия всего комплекса геолого-промысловых материалов по всем

объектам, его тщательного анализа, составления карт, диаграмм и т.д. Поэтому для оперативного выявления предварительного списка первоочередных для применения МУН объектов целесообразно выполнить специальную классификацию залежей, целенаправленно группирующую объекты для применения в них отдельных видов воздействия.

Проведенные исследования показали (Абасов и др., 2005 и др.), что доминирующую роль при выборе МУН играют четыре параметра: вязкость нефти в пластовых условиях, глубина залегания залежи, проницаемость пород-коллекторов и степень использования геологических запасов нефти. Указанные показатели были использованы для создания такой классификации. Значения каждого из приведенных параметров разбивались на следующие интервалы:

1) Вязкость нефти в пластовых условиях (А):

$$А_1 < 10 \text{ мПа·с}$$

$$А_2 > 10 \text{ мПа·с} .$$

Данный показатель играет важную роль, так как его значение предопределяет возможность применения физико-химических или термических методов воздействия на пласты. Многочисленными исследованиями и промышленными экспериментами доказано (Абасов и др., 2005, 2002 и др.), что физико-химические методы воздействия в основном могут быть эффективно применены для нефтей, характеризующихся низкой вязкостью, а для высоковязких нефтей наиболее эффективно использование термических методов воздействия. Вследствие этого, например, разрабатываемые объекты подразделяются на две группы: в первую группу входят объекты, наиболее благоприятные для физико-химических методов, а во вторую - для термических методов.

2) Глубина залегания эксплуатационного объекта (В):

$$В_1 < 2000 \text{ м}$$
$$В_2 > 2000 \text{ м} .$$

В связи с техническими ограничениями применение термических методов в настоящее время эффективно до глубин 2000 м, что и предопределило выделение по этому признаку двух групп объектов. Глубина залегания эксплуатационного объекта практически не ограничивает применения физико-химических методов воздействия.

3) Проницаемость пород-коллекторов (С):

$$С_1 < 0{,}1 \text{ мкм}^2$$
$$С_2 > 0{,}1 \text{ мкм}^2 .$$

Такие методы, как закачка газа высокого давления, циклическая закачка водогазовой смеси дают положительные результаты при малых значениях проницаемости в то время, как закачка мицеллярных растворов, щелочей, полимеров, пара и процесс внутрипластового горения эффективны при высоких значениях проницаемости пород-коллекторов.

4) Степень использования запасов (Д).

Этот показатель весьма важен для определения последовательности внедрения новых методов повышения нефтеотдачи пластов. По степени использования запасов целесообразно выделение трех классов:

$$Д_1 < 10\%$$
$$10\% > Д_2 < 20\%$$
$$Д_3 > 20\% .$$

Полученное путем формального перечисления отмеченных признаков "дерево" классификации содержит 24 класса (рис.1), отражающих всевозможные условия применения МУН. Оценка возможности их использования в каждом выделенном классе показала, что некоторые классы допускают возможность применения нескольких МУН пластов. Это обстоятельство в одних случаях обусловлено близкими геолого-физическими характеристиками эксплуатационных объектов и степенью использования запасов нефти, а в других случаях – схожими областями применения МУН. Предложенная в таком виде классификация перечисления эксплуатационных объектов позволяет достаточно легко ориентироваться в МУН для исследуемых объектов.

Такая работа была проведена для объектов морских месторождений Азербайджана с ТИЗ (рис.1-2). Как видно из рисунка 2, исследуемые залежи представлены в 6 различных группах из 24, существующих в классификации. Следует отметить, что по-

лученные группы имеют четкие физико-геологические предпосылки применения МУН**.** Эти данные представлены в таблице 1, из которой следует, что прирост извлекаемых промышленных запасов может быть увеличен от 1,6 до 24 млн.т. Окончательное решение и выбор МУН для конкретных объектов могут быть приняты после проведения известных технико-экономических расчетов.

Таблица 1

МУН по эксплуатационным объектам морских месторождений Азербайджана с ТИЗ

NN	Методы повышения нефтеотдачи пластов	Число эксплуатационных объектов	Балансовые запасы, млн. т		Накопленная добыча нефти, млн.т	Увеличение нефтеотдачи, %	Ожидаемый прирост запасов, млн. т
			Начальные	Остаточные			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ПАВ	13	85	78	7.1	2-3	1.6-2.3
2	Щелочь	6	54	49	5.2	5-10	2.5-4.9
3	Полимер	6	54	49.5	5.2	7-10	3.5-4.9
4	Циклическая закачка	13	85	49	7.1	3-5	2.4-3.9
5	Водогазовое воздействие	13	85	78	7.1	5-6	3.9-4.7
6	Микробиологические	13	105	88	17	14-19	12.4-16.9
7	Термические	18	149	120	29.4	4-20	4.8-24.0

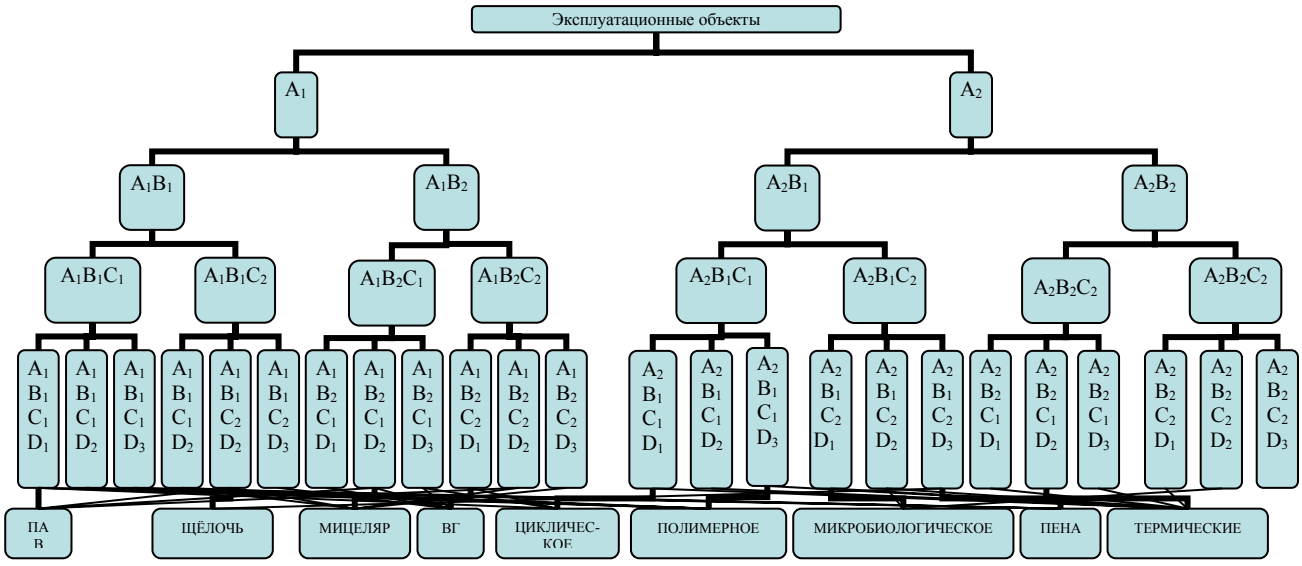


Рис. 1. Классификация перечисления эксплуатационных объектов для применения методов повышения нефтеотдачи пластов, где

A – вязкость нефти: A1 - <10мПа·с, A2 - >10мПа·с;

B – глубина залегания пластов: B1 - <2000 м, B2 - >2000 м;

C – проницаемость пород-коллекторов: C_1 - <0.1 мкм^2, C_2 - >0.1 мкм^2;

D – степень использования геологических запасов: D_1 - <10%, D_2 – 10 – 20%, D_3 - >20%.

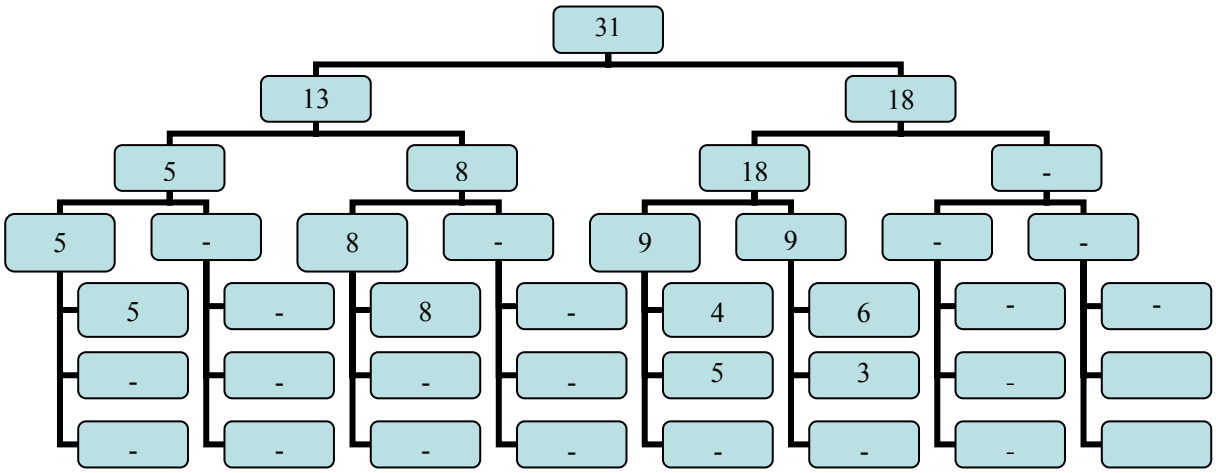


Рис. 2. Распределение объектов с ТИЗ по морским месторождениям Азербайджана

Горизонтальные скважины. В комплекс методов доразработки нефтяных месторождений в последние годы все более активно включается бурение ГС. Сразу отметим, что термин «горизонтальная скважина» в нашем случае не означает, что скважина должна быть строго горизонтальной, данный термин используется и для скважин с высокими отклонениями, превышающими 90^0. ГС имеют ряд неоспоримых преимуществ перед традиционно используемыми вертикальными скважинами, отличающихся возможностями изменения геометрического положения их ствола, что позволяет на два и более порядка увеличить протяженность дренажных каналов, изменить направление фильтрационных потоков, значительно увеличить зону дренирования нефтенасыщенной площади залежи. Эксплуатация залежей с ГС в первую очередь обусловлена их высокими добывными возможностями, выигрышным соотношением между увеличением добычи нефти и затратами на их строительство. Даже если будут получены одинаковые дебиты как в горизонтальных, так и в вертикальных скважинах (ВС), то при меньших депрессиях на пласты в ГС значительно уменьшается интенсивность пескопроявлений, а явления преждевременного обводнения пластов могут быть практически исключены.

Опыт использования ГС при разработке длительно эксплуатируемых месторождений сформировал ряд требований и выработал перечень критериев их применения при реабилитации таких залежей (Багиров и др., 1998; Джалалов и др., 2002 и др.). Из анализа зарубежного опыта вытекает, что наибольший эффект при эксплуатации ГС достигается в залежах нефти, характеризующихся следующими геолого-промысловыми характеристиками:

- большие остаточные извлекаемые запасы,
- неоднородные, сильно расчлененные пласты, с наличием застойных или слабодренированных зон,
- низкая проницаемость коллекторов ($Кпр < 0,1мкм^2$),
- высокая вязкость нефти ($\mu > 10$ мПа·с),
- низкоэффективный режим разработки пласта, режим истощения,
- эффективная толщина пласта не менее 5м .

Ниже рассмотрены возможности использования ГС на морских месторождениях с ТИЗ.

Для этого на первом этапе исследований выделяются потенциально пригодные с геологической точки зрения залежи нефти, на втором этапе определяется очередность их вовлечения по технологическим факторам, а на третьем – по экономическим показателям.

С целью определения перечня наиболее привлекательных объектов для применения ГС в наших условиях был разработан подход, который опирается на выбор эксплуатационных объектов с наибольшими остаточными запа-

сами и самыми низкими коэффициентами нефтеотдачи. Предельное значение текущего коэффициента нефтеотдачи было принято 0,10, что позволило исключить из рассмотрения залежи со значительными депрессионными зонами и зонами высокого обводнения и др. (рис.3).

Таким образом, было выделено только 7 эксплуатационных объектов морских месторождений с достаточно высокими значениями остаточных запасов нефти (табл.2). Далее объекты были сгруппированы в три подраздела в зависимости от глубины залегания, которая при прочих равных условиях сильно влияет на стоимость ГС: до 2000м; от 2000 до 4000м; более 4000м.

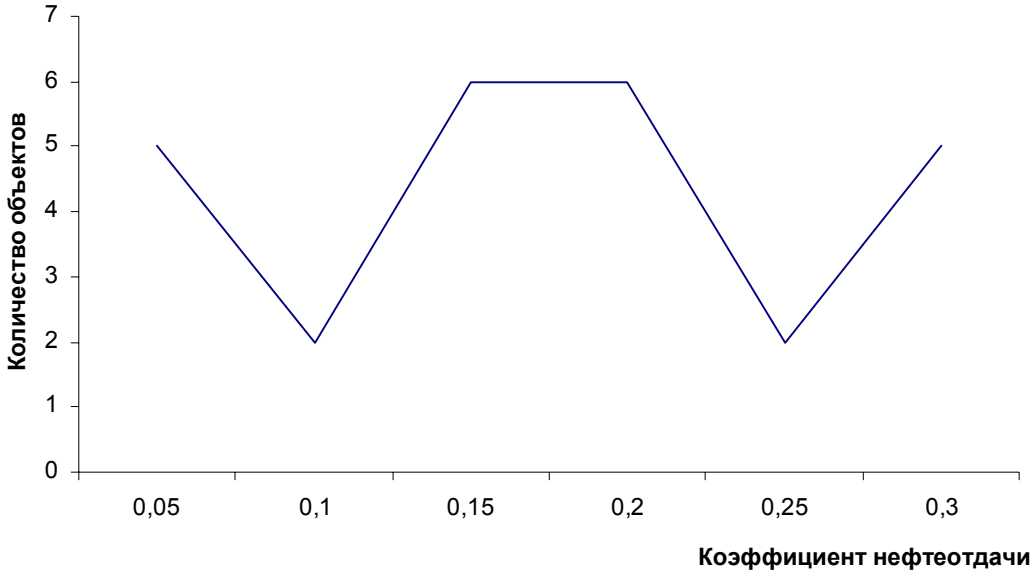


Рис. 3. График распределения эксплуатационных объектов морских месторождений Азербайджана

Таблица 2

Перечень эксплуатационных объектов морских месторождений, рекомендуемых для ГС

№	Месторождение	Залежь	Текущий коэффициент нефтеотдачи
Первая группа объектов (средняя глубина залегания до 2000 м)			
1	Грязевая сопка	ПК	0,07
2	Грязевая сопка	$КаС_1$	0,04
3	Грязевая сопка	$КаС_3$	0,09
4	Вост. Абшерон	КС	0,02
5	Ази Асланов	$КС_{1-2}$	0,02
Вторая группа объектов (средняя глубина залегания от 2000 до 4000м)			
6	Зых	КС	0,004
Третья группа объектов (средняя глубина залегания более 4000 м)			
7	Говсаны	$КаС_1$	0,004

Так, в первую группу вошло пять объектов, во вторую – один объект, и в третью – один. Изучение внутренней структуры выделенных залежей показало, что подавляющее большинство эксплуатационных объектов приурочено к залежам кирмакинской и калинской свит продуктивной толщи, которые, как правило, характеризуются неблагоприятными геологическими показателями (резкая фациальная изменчивость, высокая неоднородность, локальный характер дренирования и т. д.). Окончательное решение при выборе конкретных объектов и установление их очередности для бурения ГС могут быть приняты после завершения технико-экономических расчетов.

Методы выделения эксплуатационных объектов для совместной эксплуатации двух и более пластов. Отличительной особенностью разработки морских месторождений нефти и газа является выполнение требований о завершении проводимых процессов в определенные сроки. Превышение этих сроков приводит к проведению исключительно трудоемких мероприятий по восстановлению разрушенных коррозией гидротехнических сооружений, трубопроводных коммуникаций и др. Все это, естественно, требует вложения дополнительных средств, что в конечном итоге приводит к повышению себестоимости добываемой продукции. Вместе с тем, как показал анализ материалов разработки морских месторождений различных стран мира, сроки, определенные в 25-30 лет, для надежного проведения разработки этих месторождений в большинстве случаев не соблюдаются. Такое положение свойственно и месторождениям, расположенным в акватории Каспийского моря, где состояние гидротехнических сооружений не позволяет развернуть широкомасштабные геолого-технологические мероприятия при жестком дефиците экономических ресурсов предприятия.

Таким образом, мероприятия по увеличению темпов разработки длительно эксплуатируемых морских месторождений должны быть не только геологически обоснованы, но и экономически оправданы. Другими словами, максимально полная выработка запасов залежей морских месторождений должна быть связана с известными прогрессивными методами разработки, которые на сегодняшний день экономически реально осуществимы.

Ниже рассматривается метод объединения двух или более пластов в один эксплуатационный объект. При этом определяющим условием для приобщения пластов в первую очередь является незначительное различие их основных геолого-эксплуатационных показателей (Багиров, 1979; Девис, 1990; Родионов, 1981; Харбух и др., 1981; Салманов, 2004; Reservoir appraisal … 2003 и др.).

Для этого был разработан новый подход, предусматривающий выделение групп идентичных залежей в разрезе многопластовых месторождений по комплексу геолого-промысловых характеристик, которые содержат: обобщенные данные о залежи (пористость, проницаемость, количество действующих скважин и др.), текущие показатели разработки залежей (среднесуточный дебит, пластовое давление, газовый фактор и др.) и текущие данные физико-химических характеристик флюидов (плотность нефти, вязкость, общая минерализация пластовых вод и др.), на основе которых рассчитывается критерий Д.А.Родионова по формуле (Родионов, 1981):

$$\upsilon\left(r^2\right)=\frac{n_1+n_2-1}{\left(n_1+n_2\right)n_1n_2}\sum_{j=1}^{m}\frac{\left(n_2\sum\limits_{t\in A_1}x_{tj}-n_1\sum\limits_{t\in A_2}x_{tj}\right)^2}{\sum\limits_{t\in T}x_{tj}^2-\frac{1}{n_1+n_2}\left(\sum\limits_{t\in T}x_{tj}\right)^2}$$

Если проверяемая гипотеза верна, то $\upsilon(r^2)$ будет представлять собой значение случайной величины, распределенной как χ^2 с m степенями свободы. Таким образом, гипотеза об однородности принимается, если

$$\max_{r^2\in R^2}\ \upsilon(r^2)\le \chi^2_{g,m}.$$

Если гипотеза об однородности принята, то это означает, что по имеющимся данным никаких разграничений изучаемого объекта проводить не надо, потому что любое из них не будет обоснованным. Если принимается альтернативное решение, то это будет означать, что изучаемый объект по имеющимся данным может быть разделен по крайней мере на две совокупности, причем в качестве приемлемого варианта разграничения выбирается тот, которому будет соответствовать max $\upsilon(r^2)$.

Следует отметить, что независимо от того, насколько корректно решена задача выде-

ления эксплуатационных объектов в разрезе многопластового месторождения, она должна периодически уточняться. Это связано с тем, что значения параметров смежных эксплуатационных объектов в процессе разработки подвержены изменениям и после определенного периода могут оказаться существенными. Так, предлагаемые мероприятия, позволяют повысить эффективность разработки многопластовых месторождений за счет более эффективного использования фонда скважин.

Ниже рассматривается реализация метода разграничения геологических объектов по комплексу признаков на примере одного морского месторождения (табл.3).

Таблица 3

Комплекс геолого-промысловых признаков гипотетического месторождения

Залежь	Пористость,%	Проницаемость, 0,001мкм	Текущие показатели						Текущие данные физико-химических характеристик флюидов			Общая толщина,м	Эффективная толщина,м	Площадь нефтеносности,104м^2	Количество действующих скважин	V(r) (x=19,7)
			Текущий коэффициент нефтеотдачи	Среднесуточный дебит, т	Среднесуточный дебит воды, тыс. т	Обводненость,%	Пластовое давление,МПа	Газовый фактор, м^3/м^3	Плотность нефти,кг/м^3	Вязкость нефти,Мпас	Общая минерализация пластовых вод, мг·экв.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
V	27	360	0.20	2.0	2.0	50.0	3.9	47	915	11	131.0		14.1	10.0	1	
VI	21	450	0.17	2.5	3.0	54.5	9.8	49	885	3.6	109.0	38.0	34.3	252.9	4	20,5
VII	24	400	0.34	6.9	3.2	58.1	14.2	58	887	4.8	121.2	75.0	14.3	219.4	8	22,2
VIIa	26	400	0.26	7.2	3.5	56.2	15.0	62	900	4.9	115.8	75.0	10.4	571.2	8	25,0
VIII	19	510	0.40	7.3	8.0	42.3	16.9	83	884	8.5	110.8	55.0	19.7	853.3	18	27
IX	20	330	0.29	11.3	7.6	40.2	12.0	63	883	6.8	102.6	109.0	13.4	1137.0	9	24,3
X	24	470	0.48	14.5	5.7	28.2	14.7	83	879	3.0	94.8	38.0	21.5	891.0	24	29,1
СП	23	350	0.42	9.6	2.7	22.0	16.0	59	885	3.7	104.6	51.0	32.1	436.7	12	30,3
НКГ	25	100	0.23	3.2	1.2	27.3	18.0	42	864	1.6	92.8	41.0	11.4	344.9	3	27,2
НКП	23	600	0.54	16.5	1.6	8.8	18.7	83	854	5.0	94.8	51.0	14.4	807.9	8	25,1
$КС_В$	21	36	0.04	2.2	2.2	50.0	20.5	50	891	4.8	100.5	61.0	3.2	16.0	-	23,2
$КС_1$	23	100	0.24	5.4	5.0	48.0	12.0	32	872	2.6	116.8	48.0	10.5	298.2	1	19,0
$КС_2$	23	105	0.42	5.8	5.8	55.0	12.5	33	872	2.8	111.8	41.0	9.1	399.6	6	
$ПК_1$	24	590	0.71	17.3	14.0	36.6	17.0	58	879	5.0	70.8	22.0	21.6	286.3	5	7.4
$ПК_2$	25	660	0.66	16.6	15.0	40.4	17.0	60	891	4.9	72.6	34.0	15.6	315.6	2	
$ПК_3$	24	580	0.71	15.2	13.0	46.1	16.0	31	897	6.8	60.6	43.0	13.2	234.0	1	8.1
$КаС_1$	25	270	0.49	5.4	8.0	59.7	18.5	58	877	5.8	84.0	34.0	9.4	19.9	1	6.4
$КаС_2$	25	290	0.51	5.2	8.2	58	19.2	60	890	4.5	84.4	34.0	20.2	5.0	-	
$КаС_3$	22	160	0.21	2.2	24.4	91.7	17.0	51	895	3.2	50.0	33.0	9.2	57.9	-	7.7
$КаС_4$	23	163	0.21	2.2	24.4	99.3	16.0	51	895	3.2	50.0	36.0	9.2	57.9	-	

Прежде чем реализовать программу по уточнению стратиграфических границ между эксплуатационными объектами был осуществлен поиск критического значения $\chi^2 g;m$, на основе которого судят о возможности сохранения или ликвидации этих границ. Данная задача решалась на основе данных одиннадцати параметров и при 95% достоверности, соответствующей α=0,05, значение $\chi^2 g;m$=19,7. Это означает, что границы, для которых вычисленные значения $\upsilon(r_0^2)$>19,7, на текущем этапе разработки существенно отличаются друг от друга. В случае если $\upsilon(r_0^2) \leq 19,7$, то такие границы являются нежесткими, сохранение их будет носить символический характер, и их можно объединить.

Изучение значений $\upsilon(r_0^2)$ показывает, что на исследуемом месторождении продуктивная толща по комплексу признаков делится на пачки, число которых несколько отличается от существующего деления.

Так, если в пяти случаях ранее выделенные границы подтверждаются, то в остальных пяти случаях надежность выделения залежей по степени неоднородности вызывает сомнения. Эти границы отбиваются между $КС_1$ и $КС_2$ ($\upsilon(r_0^2)$=5,8); $ПК_{1В}$ и $ПК_1$ ($\upsilon(r_0^2)$=7,4); $ПК_{2В}$ и $ПК_{2Н}$ ($\upsilon(r_0^2)$=8,1); $КаС_1$ и $КаС_2$ ($\upsilon(r_0^2)$=6,4); $КаС_3$ и $КаС_4$ ($\upsilon(r_0^2)$=7,7). Учитывая, что эти значения значительно меньше критического, есть достаточно оснований рекомендовать объединение этих объектов для совместной эксплуатации. Таким образом, предложенная методика позволила уточнить схему выделения эксплуатационных объектов в разрезе рассматриваемого месторождения. Как видно, предложенная система выделения залежей несколько отличается от ныне существующей схемы (табл.4).

Таблица 4

Результаты обновленной схемы выделения эксплуатационных объектов гипотетического морского месторождения

Свиты, горизонты	Существующая схема	Рекомендуемая схема
IV		
V		
VI		
VII		
VIIa		
VIII		
IX		
X	X	X
СП	СП	СП
НКГ	НКГ	НКГ
НКП	НКП	НКП
	КСВ	КСВ
КС	$КС_1$	
	$КС_2$	$КС_{1+2}$
	$ПК_{1В}$	
ПК	$ПК_1$	$ПК_1$
	$ПК_{2В}$	
	$ПК_{2Н}$	$ПК_2$
	$КаС_1$	
КаС	$КаС_2$	$КаС_В$
	$КаС_3$	
	$КаС_4$	$КаС_Н$

Оперативное приобщение пластов в соответствии с предложенной схемой позволит уточнять надежность выделения геологических границ залежей в процессе разработки месторождения в целом. Следует отметить, что по ряду морских месторождений с высокой экономической эффективностью такие работы были проведены.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Предложен комплексный подход, облегчающий составление блока стратегического развития нефтегазодобычи в части эффективного выбора применяемых МУН и новых технологий повышения нефтедобычи по объектам с ТИЗ месторождений региона или нефтяных компаний.

При этом для условий морских месторождений Азербайджана и на основе анализа их разработки:

-Усовершенствована классификационная модель, позволяющая выбирать эксплуатационные объекты для применения МУН с выдачей прогнозных оценок их эффективности.

-Установлены первоочередные эксплуатационные объекты для бурения ГС.

- Использован новый подход для выделения эксплуатационных объектов в разрезе многопластовых месторождений по комплексу геолого-промысловых признаков, позволяющий совершенствовать применяемые системы разработки.

ЛИТЕРАТУРА

АБАСОВ, М.Т., БАГИРОВ, Б.А., САЛМАНОВ, А.М., НАЗАРОВА, С.А**.** 2005. О разработке залежей с трудноизвлекаемыми запасами нефти. *Труды Института Геологии*, 32, 25-37.

АБАСОВ, М.Т., БАГИРОВ, Б.А., САЛМАНОВ, А.М., НАЗАРОВА, С.А. 2002. Моделирование нефтеотдачи пластов, характеризующихся различными природными режимами. *Изв. НАНА, Науки о земле,* 3, 22-25.

БАГИРОВ, Б.А. 1979. Определение возможности объединения пластов в общий объект разработки. *Нефтяное хозяйство*, 5, 30-34.

БАГИРОВ, Б.А., МАМЕДОВ, Т.М., САЛМАНОВ, А.М**.** 1994. Геологические основы выбора нефтяных залежей месторождений Азербайджана для разработки горизонтальными скважинами. *Азерб. нефтяное хозяйство*, 6, 33-36.

БАГИРОВ, Б.А., САЛМАНОВ, А.М., ГАСАНАЛИЕВ, М.К**.** 1998. Об определении качества запасов нефти. *Геология нефти и газа*, 1, 22-25.

ДЕВИС, Дж. С. 1990. Статистический анализ данных в геологии. Недра, Москва, 427.

ДЖАЛАЛОВ, Г. И., ДАДАШОВ, А.М., ЖИДКОВ, Е.Е. 2002. Применение горизонтальных скважин при разработке нефтяных и газовых месторождений. *Библиографический указатель*. Баку, 39.

САЛМАНОВ, А.М. 2004**.** О проблеме доразработки месторождений Азербайджана горизонтальными скважинами. *Геология нефти и газа*, 6, 41-43.

СУРГУЧЕВ, М.Л. 1988. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи. Недра, Москва, 200.

РОДИОНОВ, Д. А. 1981. Статистические решения в геологии. Недра, Москва, 231.

ХАРБУХ, Дж. У., ДАВТОН Дж. Х., ДЕВИС Дж. К. 1981. Применение вероятностных методов в поисково-разведочных работах на нефть. Недра, Москва, 246.

RESERVOIR APPRAISAL AND DEVELOPMENT**.** 2003. RAD1.HELIX RDS, REPRO overflow, Aberdeen, presented bp., Baku, Azerbaijan, 200.

© А.С.Стреков и др., 2006

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ СВОЙСТВ И НЕФТЕИЗВЛЕКАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДИЗЕЛЬНО-ЩЕЛОЧНОГО ОТХОДА

А.С.Стреков, М.И.Аббасов, Ю.Н.Литвишков, С.К.Абуталыбова, А.А.Мовсумзаде, З.А.Мовсумзаде

Институт геологии НАН Азербайджана, AZ 1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А

Приводятся результаты экспериментального исследования поверхностно-активных свойств и нефтеизвлекающей способности дизельно-щелочного отхода. Получено, что при разбавлении дизельно-щелочного отхода дистиллированной водой наблюдается немонотонное изменение межфазного натяжения и натяжения смачивания, что приводит практически к такому же поведению безводного и конечного коэффициентов извлечения углеводородной жидкости.

Введение

Благодаря применению различных модификаций заводнения в Азербайджане были достигнуты высокие темпы разработки нефтяных месторождений и улучшены коэффициенты извлечения нефти (КИН) (Юсифзаде, 2000; Hüseynov və b., 2000a; Hüseynov və b., 2000b). Однако из-за геолого-физических особенностей строения продуктивных пластов, расположения скважин, различия вязкостей нефти и воды и т.д. нередко происходил преждевременный прорыв воды в добывающие скважины. В результате практически на всех месторождениях Азербайджана, особенно суши, наблюдается резкое снижение среднесуточных дебитов нефти по скважинам при высокой их обводненности 65-90% (Hüseynov və b., 2000b). При этом разработка нефтяных месторождений становится низкоэффективной, хотя в нефтяных коллекторах остается еще значительное количество нефти (Абасов и др., 2000).

В связи с этим важнейшей задачей становится повышение КИН из пластов на основе применения эффективных методов увеличения нефтеотдачи (МУН).

Постановка задачи

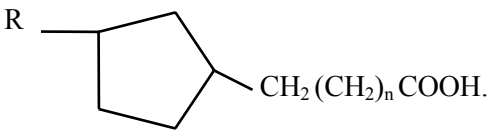
Анализ состояния работ по внедрению МУН в Азербайджане показал, что их крупномасштабное применение сдерживается нехваткой требуемых объемов целевых химических реагентов (ПАВ, полимеры, щелочь, кислота) их высокой стоимостью, а также отсутствием местных производств, которые могли бы обеспечить их выпуск в нужном количестве и ассортименте.

В указанных условиях одним из решений данной проблемы может явиться использование в технологических процессах добычи нефти и повышения нефтеотдачи пластов крупнотоннажных отходов и побочных продуктов нефтехимических производств.

В последние годы при проведении опытно-промышленных работ на некоторых месторождениях Азербайджана были использованы отходы завода “Азернефтяг” (ДЩО), получаемые при обработке раствором щелочи (NaOH) топливных фракций (дизельных) нефти, с целью очистки от содержащихся в них природных нафтеновых кислот. Как отмечается в работе (Lətifov və Qasımlı, 2005) при применении данного отхода на месторождении Балаханы-Сабунчи-Рамана ($ИКС_4$) были получены хорошие и обнадеживающие результаты.

Дизельно-щелочной отход (ДЩО) по внешнему виду – жидкость, темно-коричневого цвета, легко растворяющаяся в воде (Стреков и др., 2003), который характеризуется следующими показателями. Температура кипения 135 - 210^0 С / 3 мм рт.ст., плотность d_4^{20} = 0,9730 г / $см^3$, коэффициент преломления n_{20}^{d} = 1,4710, кислотное число = 218 мг КОН / г. Средняя моле-

кулярная масса - 256. По данным элементарного анализа содержание углерода – 72,1 % , водорода – 11,1 % , кислорода – 16,8 % . В соответствии с этим брутто-формула: $C_{15,4}H_{28,6}$ $O_{2,40}$. Это алкилциклопентанкарбоновые кислоты с небольшой примесью алкилциклогексанкарбоновых кислот:



Алкилциклопентанкарбоновые кислоты:
R=CH_3 - ; CH_3CH_2 - ; CH_3 - CH_2 - CH_2 - ; n=5 - 7.

Содержащиеся в отходах щелочной обработки топливных фракций нафтенаты натрия (14,0 - 18,0 %) с общей формулой $C_nH_{2n-1}COO^-Na^+$ по свойствам представляют собой водорастворимые анионактивные ПАВ. Водный раствор содержит также 2,0 - 2,5 % неомыляемых соединений в состоянии эмульсии.

Нафтенаты натрия могут вступать в обменные реакции с водорастворимыми солями 2-х и 3-х валентных металлов (Zn, Ca, Ba, Cu, Fe, Ni, Co) и т. д., образуя трудно- и нерастворимые в воде осадки – нафтенаты соответствующих металлов. Эти обменные реакции происходят практически мгновенно.

С учетом положительных результатов, полученных при внедрении ДЩО на нефтяных промыслах Азербайджана, и вышеприведенных физико-химических свойств для расширения возможностей широкого и эффективного применения этого отхода на нефтяных залежах необходимо провести исследования по более глубокому изучению механизма его взаимодействия с другими фазами (углеводородная жидкость, твердое тело) и коэффициента извлечения нефти (КИН).

Результаты экспериментов, обсуждение полученных результатов

Известно, что успех в применении химических реагентов с целью увеличения КИН оценивается вполне определенным свойством поверхностей раздела фаз, характеризуемым точно измеряемой величиной межфазного натяжения (σ) на границе раздела применяемый раствор химического реагента – углеводородная жидкость.

В связи с этим для исследования механизма физико-химических процессов, происходящих в пласте на границе раздела раствор ДЩО - углеводородная жидкость был использован именно этот параметр.

В качестве углеводородной фазы были подобраны тетрадекан (μ =2,32 мПа·с, $\sigma_{д.в.}$ =53,0 мН/м) и очищенный керосин (μ=1,5 мПа·с, $\sigma_{д.в.}$≈47,5 мН/м), а также нефти месторождений Биби-Эйбат, Сангачалы, Балаханы-Сабунчи-Рамана (Кошанаур) (ІКС4). Физико-химические показатели нефтей приведены в таблице.

Концентрации ДЩО в дистиллированной воде изменялись в пределах 0 -2 %. Межфазное натяжение определяли сталагмометрическим методом (Фролов, и др., 1986). Замеры межфазного натяжения при концентрациях ДЩО в растворе выше указанного предела (2,5 - 100 %) показали, что в этом случае всегда получали низкие его значения (нитку), т.е., исходя из возможностей сталагмометрического метода, значения межфазного натяжения при концентрациях ДЩО в растворе выше 2 % практически невозможно было замерить.

Результаты замеров межфазного натяжения при концентрациях ДЩО в растворе 0-2% на границе с вышеуказанными углеводородными жидкостями приведены рис. 1.

Как видно из рис.1, с уменьшением концентрации (разбавление) ДЩО в растворе вместо ожидаемого монотонного роста изотермы межфазного натяжения до значений, характерных для границы раздела жидкостей каждой системы углеводородная жидкость - дистиллированная вода, в определенном диапазоне концентраций ДЩО в растворе на границе со всеми исследованными углеводородными жидкостями наблюдается снижение межфазного натяжения, а затем его рост, т.е. немонотонное его изменение (см. кр. 1,2,3,4,5,6).

Причем это явление для всех углеводородных жидкостей практически всегда наблюдается в диапазоне концентраций ДЩО в растворе 0,25-0,75%, но с разными количественными характеристиками.

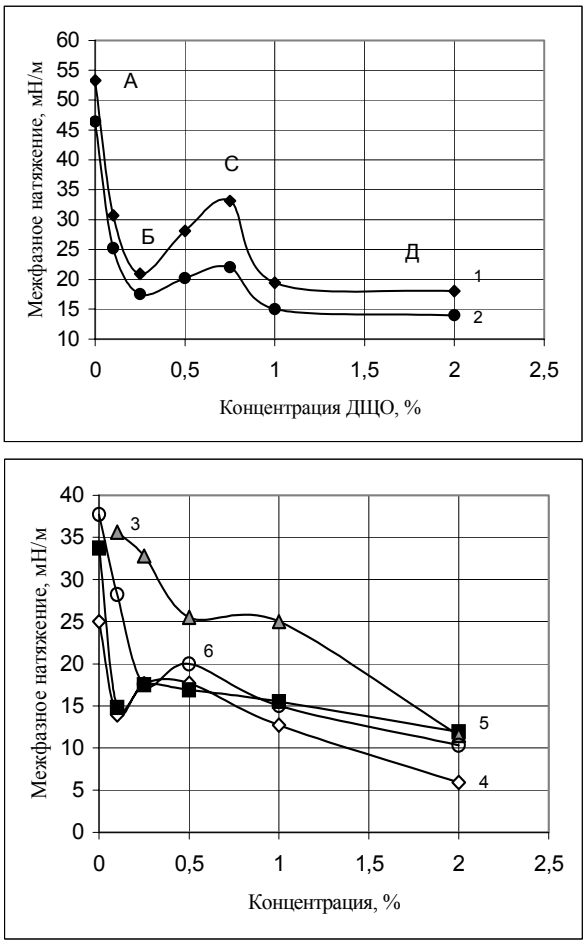


Рис. 1. Зависимость межфазного натяжения от концентрации ДЩО в растворе на границе с различными углеводородными жидкостями: 1 - тетрадекан; 2 - очищенный керосин; 3, 4, 5 - нефти соответственно месторождений Сангачалы, Балаханы- Сабунчи-Рамана (Кошанаур) (ІКС4), Биби-Эйбат; 6-трансформаторное масло

Еще одним очень важным параметром, характеризующим поверхностно-активные и физико-химические свойства любого химического реагента, применяемого в нефтедобыче с целью увеличения КИН, в том числе и ДЩО, при наличии третьей фазы - пористой среды, является краевой угол избирательного смачивания (θ). Чтобы проверить влияние пористой среды на вышеотмеченное явление, были проведены опыты по изучению капиллярного поднятия растворов ДЩО различной концентрации на капиллярах различного - радиуса (от 0,055 до 0,073 мм) с целью измерения θ или $\cos\theta$. На основании полученных данных для каждой из исследованных концентраций была рассчитана также величина $\sigma\cos\theta$, называемая натяжением смачивания.

Таблица

Физико-химические показатели нефтей

Месторождение	Плотность,кг/м^3	Вязкость при 20^{0}С, мПа·с	Кислотное число, мгКОН/г	Содержание, % (масс)		
				смол	асфальтенов	парафина
Биби-Эйбат	877	20,5	1,48	6,5	0,12	0,76
Сангачалы	856	31,8	0,32	8,9	0,35	9,3
Балаханы-Сабунчи-Рамана (Кошанаур) (ІКС$_4$)	926	164	2,5	14	0,8	0,62

Результаты проведенных замеров приведены на рис. 2.

Проведенные исследования показали, что и при наличии твердой поверхности (стенок капилляра) наблюдается немонотонное изменение θ (рис. 2 кр. 1,3,5), $\cos\theta$ (рис.2 кр. 2,4,6) и $\sigma\cos\theta$ (рис.2 кр. 7,8,9) в том же диапазоне концентраций, что и для межфазного натяжения (см. рис.1), т.е. в отсутствие твердой поверхности. Это свидетельствует о том, что данное явление будет наблюдаться и в пористой среде.

Были проведены также измерения pH растворов ДЩО концентрацией 0,1-1 % при 20^{0}С (рис.3). Полученные результаты также дали немонотонное изменение pH с изменением концентрации ДЩО в растворе, т.е. pH до концентрации 0,25 % растет, при 0,5% -ной концентрации наблюдается снижение, а затем вновь рост. 100 % ДЩО имеет pH=12.

При приготовлении растворов ДЩО на дистиллированной воде было обращено внимание на изменение их мутности при определенных концентрациях ДЩО, что свидетельствует об определенных физико-химических явлениях, происходящих в растворе.

Например, при концентрации ДЩО 0,1% - раствор прозрачен, с увеличением концентрации раствор ДЩО мутнеет и не меняет своей мутности до концентрации 0,75%, с концентрации 0,75% и выше раствор ДЩО вновь прозрачен.

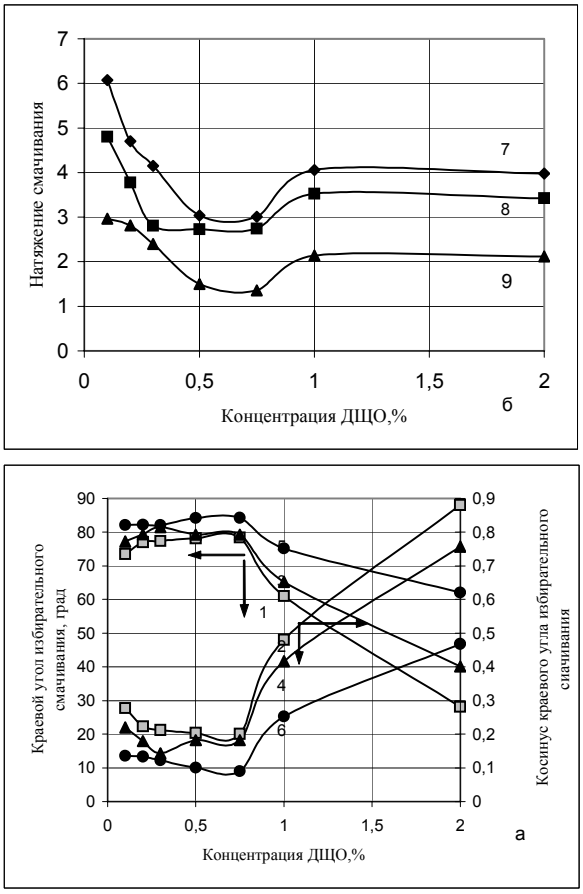


Рис. 2. Зависимость а - краевого угла избирательного смачивания (кр.1, 3, 5), косинуса краевого угла избирательного смачивания (кр.2, 4, 6) и б - натяжения смачивания от концентрации ДЩО в растворе для капилляров различного радиуса, мм: 1,2,7-0,73; 3,4,8-0,6; 5,6,9-0,55

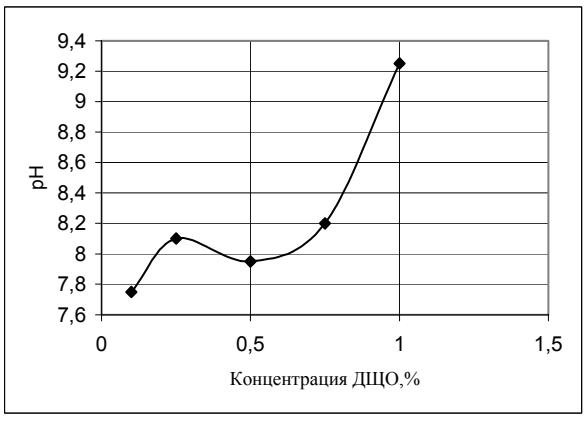


Рис. 3. Зависимость pH растворов от концентрации ДЩО

При нагреве растворов до температуры 50 ^{0}C мутные растворы начали осветляться, причем наиболее ярко это проявлялось при концентрации ДЩО в растворе 0,75%. После остывания растворы остались прозрачными, т.е. данный процесс оказался необратимым.

Вышеизложенные явления на основании изучения поверхностно-активных и физико-химических свойств водных растворов ДЩО можно объяснить следующим образом.

ДЩО представляет собой водный раствор смеси натриевых солей природных нафтеновых кислот, из которых можно выделить тяжелую фракцию $R^тCOO^-Na^+$ и легкую – $R^лCOO^-Na^+$.

Тяжелая фракция гидролизуется легче легкой

$$R^тCOO^-Na^+ \rightleftarrows R^тCOOH+NaOH$$

и нафтеновые кислоты выпадают из раствора в виде мути. Затем с увеличением степени разбавления начинается гидролиз легкой фракции

$$R^лCOO^-Na^+ \rightleftarrows R^лCOOH+NaOH.$$

Натриевые соли тяжелой фракции нафтеновых кислот благодаря более высокомолекулярному радикалу $R^т$ обладают большей поверхностной активностью, нежели легкой. С этой точки зрения характер полученной изотермы зависимости межфазного натяжения от концентрации ДЩО в растворе можно объяснить следующим образом (см. рис.1 кр. 1).

С увеличением разбавления ДЩО в дистиллированной воде (участок ДС) за счет гидролиза солей тяжелой фракции и снижения их концентрации на поверхности раздела наблюдается рост межфазного натяжения. После замещения в поверхностном слое $R^т$ на $R^л$ в точке С наблюдается паритет концентраций, после чего начинает превалировать $R^л$. Участок ВА – гидролиз $R^лCOO^-Na^+$ и поверхностное натяжение растет.

Для выяснения того, будет ли данное явление влиять на КИН, были проведены эксперименты по вытеснению трансформаторного масла неразбавленным и разбавленными растворами ДЩО концентрацией 0,1-2% (рис.4). В результате проведенных экспериментов было получено, что безводный и конечный КИН при вытеснении трансформаторного масла ДЩО любой концентрации в растворе всегда

выше, чем при вытеснении его водой (см. рис. 4 кр.1,2). В то же время безводный и конечный КИН при вытеснении трансформаторного масла ДЩО практически следуют изотерме межфазного натяжения на границе ДЩО - трансформаторное масло (ср рис.1 кр.6 с, рис.4 кр. 1,2). Так, при 2 % -ной концентрации ДЩО в растворе конечный и безводный КИН составляют соотвественно 0,79 и 0,56. При 1 % концентрации ДЩО в растворе конечный и безводный КИН составляют соотвественно 0,7 и 0,49, затем конечный и безводный КИН при 0,5 % -ной концентрации уменьшаются до 0,58 и 0,33, а при 0,25 % - ной концентрации они вновь растут до величин 0,64 и 0,41. При концентрации ДЩО 0,1% в растворе конечный и безводный КИН вновь уменьшается до 0,55 и 0,27 и, наконец, самый наименьший конечный и безводный КИН 0,44 и 0,15 наблюдаются при вытеснении трансформаторного масла водой. Наибольший конечный и безводный КИН 0,85 и 0,78 наблюдаются при извлечении углеводородной жидкости неразбавленным ДЩО. При этом объем закачки рабочего агента для достижения конечного КИН сокращается с 2,5 ОП (объем пор) при извлечении трансформаторного масла водой до 1,5 ОП при 2% -ной концентрации ДЩО в растворе При извлечении трансформаторного масла неразбавленным ДЩО объем закачки рабочего агента составляет 0,8 ОП.

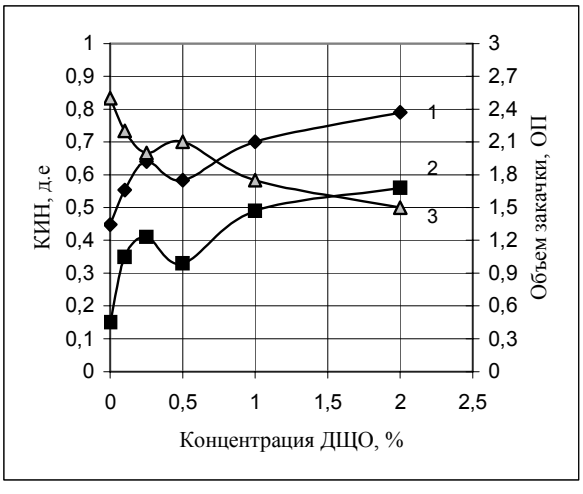


Рис. 4. Зависимость конечного (кр.1), безводного КИН (кр.2) и объема прокачки рабочего агента (кр.3) при достижении конечного КИН от концентрации ДЩО в растворе

Заключение

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- уменьшение концентрации (разбавление) ДЩО в растворе приводит в определенном диапазоне концентраций к немонотонному снижению межфазного натяжения на границе раздела с углеводородными жидкостями;

- при наличии 3-й фазы (твердой) также наблюдается немонотонное изменение краевого угла избирательного смачивания θ и натяжения смачивания $\sigma\cos\theta$ при уменьшении концентрации ДЩО в растворе в том же диапазоне, что и для межфазного натяжения;

- немонотонное изменение поверхностно-активных свойств ДЩО, представляющим собой смесь натриевых солей тяжелой ($R^{т}COO^{-}Na^{+}$) и легкой ($R^{л}COO^{-}Na^{+}$) фракций природных нафтеновых кислот, на границе с углеводородной жидкостью, твердой поверхностью при его разбавлении связано с неодинаковым характером гидролизуемости натриевых солей этих фракций при увеличении степени разбавления раствора;

- для эффективного применения ДЩО как с целью увеличения коэффициента извлечения нефти, так и интенсификации добычи нефти необходимо учитывать немонотонное изменение поверхностно-активных свойств водных растворов ДЩО на границе с нефтью, происходящее при разбавлении их водой.

ЛИТЕРАТУРА

АБАСОВ, М.Т., АЛЛАХВЕРДИЕВ, И.М., БАГИРОВ, Б.А., ГАСАНАЛИЕВ, М.К., КАСЫМОВ, А.А., НАРИМАНОВ, А.А., НАЗАРОВА, С.А., САЛМАНОВ, С.А. 2000. О доразработке залежей Азербайджана с трудноизвлекаемыми запасами нефти. *Известия НАН Азербайджана, науки о Земле*, 2, 121-129.

СТРЕКОВ, А.С., АББАСОВ, М.И., ЭФЕНДИЕВ, Г.М., МАДАТОВ, А.А., ЛИТВИШКОВ, Ю.Н., ЭФЕНДИЕВ, Ш.Г., АЛИЕВ, М.С. 2003. Изучение возможности борьбы с поглощением буровых растворов осадкообразующими композициями *Известия НАН Азербайджана ,науки о Земле,* 3, 66-70.

ФРОЛОВ, Ю.Г. и ГРОДСКИЙ, А.С. (Под ред.) 1986. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии. Химия. Москва.

ЮСИФЗАДЕ, Х.Б. 2000. Состояние и перспективы развития нефтегазодобычи в Азербайджане. *Азербайджанское нефтяное хозяйство,* 11-12, 29 - 34.

HÜSEYNOV, Ə.N., İBRAHİMOV, Z.M., ASLANOV, T.İ. 2000a. Qurudakı neft yataqlarında laylara su ilə tə'sir prosesinin ümumi mənzərəsinə bir baxış. *Azərbaycan neft təsərrüfatı*, 2, 10 - 19.

HÜSEYNOV, Ə.N., İBRAHİMOV, Z.M., ASLANOV, T.İ. 2000b. Qurudakı neft yataqlarında laylara su ilə tə'sir prosesinin ümumi nəticələri. *Azərbaycan neft təsərrüfatı,* 9, 11 - 20.

LƏTİFOV, A.İ. və QASIMLI, A.M. 2005. Qələvili tullantının şirin suda məhlulundan araqatı yaratmaqla layın neftveriminin artırılması (Balaxanı-Sabunçi-Ramana yatağı timsalında). *Azərbaycan neft təsərrüfatı,* 4, 3 – 6.

Рецензент: д.т.н. Р.А.Мусаев

ГЕОГРАФИЯ

© B.Ə.Budaqov, 2006

MONTOLOGİYA ELMİ VƏ ONUN EKOCOĞRAFİ PROBLEMLƏRİNƏ DAİR

B.Ə.Budaqov

AMEA akademik H.Ə.Əliyev adına Coğrafiya İnstitutu
AZ 1143, H.Cavid prospekti, 31

Məqalədə dağ ekosistemləri haqqında geniş faktik materialları təhlil etməklə yeni formalaşmaqda olan montologiya elmi metodiki, elmi-nəzəri və praktiki cəhətdən əsaslandırılır.

Dağlıq ərazilərin mənimsənilməsinin əsas istiqamət və mərhələlərini tədqiq edən müəllif müasir dövrdə dünyada və Azərbaycanda dağ sistemlərinin ekocoğrafi problemlərinin kəskinləşməsini göstərməklə, dağ ekosistemlərində biomüxtəlifliyin məhvinə səbəb olan amillərin təsnifatını verir, onun qarşısını almaq üçün daha ətraflı və kompleks tədqiqat işlərinin aparılmasının vacib olduğunu elmi ictimaiyyətin diqqətinə çatdırır.

Montologiya XXI əsrin dağlıq regionlarının inkişafı haqqında elmdir. Dağlıq ərazilərin yaranması, inkişafı, deqradasiyası, təbii sərvəti, orada yaşayan əhalinin iqtisadiyyatı və ekologiyası da bura daxildir.

İnternetdən aldığımız məlumata görə (sentyabr 2005), dağlar Yer kürəsi quru sahəsinin beşdə bir hissəsini tutur və planetimizin əhalisinin 10%-i burada yaşayır. Dağların zənginliklərindən bəşəriyyətin yarısından çoxu istifadə edir. Ən iri çayların mənbəyi dağlardadır. Dağlar «Yer kürəsinin qüvvətli su təzyiqinin məkanıdır».

BMT-nin davamlı inkişaf komissiyası etiraf edir ki, bəşəriyyətin inkişafının sürəti dağlıq ərazilərdən asılıdır və bu inkişafın rezervi də həmin ərazilərdir.

Bununla bərabər, dağlar fövqəladə vəziyyət və fəlakətlər də yaradır. Dağ sistemi həm mürəkkəb, həm də kövrəkdir.

Dağlar bəşər övladlarının gözündə sirli bir məkandır. Xalq əfsanələrində bu məkan cinlər, şeytanlar, divlər, əjdahalar məkanı hesab edilmişdir. Ona görə dağların vüqarını, gözəlliyini uzaqdan seyr etmək, ondan mənəvi həzz almaq adət halına keçmişdir. Dağ silsilələrinin beli Yer kürəsi çaylarının suayrıcıları, eləcə də iqlim tiplərinin, küləklərin qarşısına çəkilmiş təbii səddir.

Bir sıra ölkələrdə dağlar allahların məkanı hesab edilir. Ona görə bəzi dağ zirvələrinə ilahiləşdirilmiş adlar, məsələn, Xantenqri (Xan Tanrının məkanı) adı verilmişdir. Azərbaycanın Asəfkəf dağı, Babadağ zirvəsi müqəddəs ibadətgahlardandır.

Tarixi mənbələrə görə, insanlar ən çox Tibet dağlarında məskunlaşmış və burada da öz dərin mədəni izlərini qoymuşlar. Bolqarıstanda ən uca zirvənin adı Müsallahdır.

Dağlıq ərazilərdə bir çox əfsanələr yaşayır. Türkiyədəki Ağrı dağının zirvəsi (5165 m) Nuh peyğəmbərin gəmisinin dayandığı yer hesab olunur.

Azərbaycanda Böyük Qafqaz dağlarının suayrıcında ucalan Tufan dağının (4191 m) zirvəsində də guya Nuhun gəmisi dayanmışdır. Əfsanəyə görə, Tufan gölündə Nuhun gəmisinin taxta parçaları da saxlanılır. Xalq arasında Böyük Qafqazdakı Şah dağı (4243 m) sirli dünya hesab edilir. Məşhur ziyarətgaha çevrilmiş Babadağ (3629 m) da Həzrət Babanın adı ilə bağlıdır.

Həzrəti Əli (ə) dağları göylərin dirəyi adlandırmışdır. Başqa sözlə, dağlar səmanı öz çiynində saxlayır. Doqquz kilometrə yaxın (8848 m) yüksəkliyə malik olan Himalay dağları dünyanın tavanı adlandırılır.

Amerika qitəsinin qərb hissəsi boyu ucalan Kordilyer dağ sisteminin uzunluğu on min kilometrə çatır. Okean suları altında qərq olmuş əzəmətli dağ sistemi vardır. Məsələn, Şimal Buzlu okeanından (Lomonosov dağ silsiləsi) başlanan dağ sistemi Atlantik okeanının mərkəzi ilə cənuba doğru uzanaraq Afrika qitəsinin cənubundan şimal, şimal-qərb istiqamətində Hind

okeanına daxil olur. Bu dağ sisteminin uzunluğu 70 min kilometrdir.

İnsanlar ilk dəfə dağların ətəyində, sonralar isə alçaq və orta dağlıq regionlarında və tədricən yüksək dağlıq ərazilərdə məskunlaşmışlar.

Dağlardan axıb gələn kapital axını onun şirin suyunda, mineral bulaqlarında, mineral yataqlarında, hidroelektrostansiyaların enerjisində, turizmdə, sərin havasında, nadir landaşaftındadır. Bəşəriyyətin yarısından çoxu dağlardan gələn şirin sudan istifadə edir. Orada dünya meşəsinin 25 faizi bitir. Bunların hamısı dağ sərvətlərinin qorunmasını tələb edir. Dağ turizmi ümumi gəlirin 15-20 faizini təşkil edir. Bu gəlir hər il 70-80 milyard dollara çatır. Dağlıq ərazilər su, onun enerjisi, mineral və meşə ehtiyatlarının toplandığı, bioloji müxtəlifliyin qorunub saxlandığı, kənd təsərrüfatının inkişaf yeridir. Dağlar rekreasiya, ziyarətgah və turizm məkanı olmaqla həyatımızın əsas mənbəyidir.

İnsanların həyat (yaşayış) tələbatının sürətlə artması dağlarda olan təbii ehtiyatların daha çox mənimsənilməsi zərurətini artırır. Bu da xarici təsirlərə kifayət qədər həssas olan dağlıq ekosistemlərin təbii müvazinətini pozduğu üçün müxtəlif fəlakətlərin - daş uçqunları, zəlzələ, sürüşmə, sel, eroziya, torpağın deqradasiyasının intensivləşməsinə səbəb olur.

Adətən, dünyada və ya hansısa bir ölkədə dağların ən uca zirvəsi diqqəti cəlb edir. Məsələn, dünyada Everest- Comolunqma dağı, Yaponiyada yerli əhalinin müqəddəs saydığı və səcdə etdiyi Fudzi dağı, Azərbaycanda Bazardüzü dağı və s.

Əgər bir qrup dağlar öz mütləq yüksəkliyi ilə məşhurdurlarsa, digər alçaq dağlar isə tarixi əhəmiyyət kəsb etdiyinə və ya işlək yol üstündə olduğuna görə məşhurdur. Bura adı tarixi kitablarda tez-tez çəkilən Beşbarmaq, Çıraqqala, Kilit və başqa bu kimi yolüstü dağları daxil etmək olar.

Azərbaycan dağlarında bəzi yerlər müqəddəs sayıldığından, onların təbiəti toxunulmaz olmuşdur. Məsələn, Babadağın (3629 m) şimal-şərq yamacında yüksək dağlıq ərazidə meşənin saxlanılması həmin yerin ibadətgah olması ilə bağlıdır. Qəbələ rayonunun Həmzəli kəndində salınmış nadir meşə orada olan pirə borcludur.

Azərbaycanda bəzi qrup ağac (dağdağan, qaraçöhrə) və heyvan növləri (hacıleylək, göyərçin, şanapipik və s.) müqəddəs hesab edildiyindən, onlar insanlar tərəfindən ciddi qorunur. Bir çox ağac və heyvan növləri, əslində, qlobal miqyasda insanlar tərəfindən toxunulmazlıq statusu qazanmışlar.

Dağların təbii sərvəti çox zəngindir. Dağmədən sərvətləri, çəmənlər, çaylar, bulaqlar, şiş və sıldırım qayalar, bir çox dərman bitkiləri dağ adamlarının həyat mənbəyidir. Dağların zirvəsində saxlanan buzlaq və qarların bir qisminin ilin isti yarısında əriməsindən alınan sular, onların ətəyinə söykənmiş düzənliklərə, xüsusilə səhra və yarımsəhra regionlarına həyat verir. Bu sular arid iqlimə malik olan ərazilərdə çox böyük əhəmiyyət kəsb edir. Mineral bulaqlar həm müalicəvi əhəmiyyət daşıya, həm də tükənməz gəlir mənbəyidir.

Dağlıq ərazilərin biomüxtəlifliyini - toxunulmamış landşaftını qorumağı düzgün təşkil etmək üçün onun yüksəkliklər üzrə yerləşməsini, yamacların meyillilik dərəcəsini, ekspozisiyasını, parçalanma dərəcəsini və bir çox başqa geomorfoloji amilləri nəzərə almaq lazımdır.

«Kövrək» dağ ekosistemlərinin qorunmasına xüsusi qayğı və diqqət lazımdır. Çünki həmin sistemlərin strukturu antropogen amillər nəticəsində pozulduqda, onların təbii yolla bərpasına əsrlərlə vaxt tələb olunur.

Əgər qorunan ərazi ümumdünya varisliyinə daxildirsə, onların mühafizəsi daima xüsusi qayğı və qətiyyət tələb edir.

Azərbaycan şəraitində əkinçiliyi və bağçılığı məhdud olan dağlıq ərazilərdə yaşayan əhali aran (düzənlik) rayonlarında torpaq sahəsi götürərək orada təsərrüfat yaratmışlar. Əlverişsiz iqlim şəraiti olan aran yerlərinin əhalisi ilin isti yarısında yaxşı iqlimi, saf suyu və havası olan dağlıq ərazilərdən yaylaq kimi istifadə edirlər. Dağların ekzotikası aran əhalisini daim özünə cəlb edir.

Aran və dağlıq əhalisinin üzvi surətdə bir-birinə bağlılığı hər iki ərazidə yaşayan əhalinin maddi rifah halının yaxşılaşmasına və onların həyat marağının artırılmasına kömək edir.

Bu cür təsərrüfat əlaqələri aranda yeni yaşayış məntəqələrinin yaranmasına səbəb olur. Nəticədə eyni adlı yaşayış məntəqələrinə həm aranda və həm də dağda rast gəlmək olar.

Sovetlərin vaxtında (1955-1965) dağlıq ərazilərə yol çəkmək böyük xərc tələb etdiyindən, dağ kəndlərinə mədəni xidmət aşağı səviyyədə olduğundan və aran yerlərində əhali seyrək yaşadığından dağlıq ərazidə olan kənd əhalisini arana köçürmək qərarı verildi. Dağ kəndlərində yaşayan yaşlı əhali arana köçməkdən imtina etdi. Onlar öz isti ocaqlarını tərk etmədilər. Cavan ailələr isə aran yerlərində kənd saldılar. Ancaq onlar yaşlı valideynləri ilə də

əlaqələrini kəsmədilər. Uşaqları yayda yaylağa-dağ kəndlərində yaşayan valideynlərinin yanına göndərdilər. Bu yolla dağ kəndləri boşalmadı. Bu üsulla əhali iki tərəfli uddu. Tədricən dağ kəndlərində məskunlaşma bərpa olundu.

Dağlıq ərazilərin çox hissəsindən dövlət sərhədləri keçir ki, bu da yerli əhalidən dövlət sərhədini qorumağı tələb edir. Dağlıq ərazilərdə, o cümlədən sərhəd regionlarında yaşayan insanlarda özlərinə məxsus qürur, sərbəstlik (asılı olmamaqlıq) və müsbət mənada təkəbbürlük müşahidə edilir. Ona görə də düzənlikdə yaşayan əhalidə bəzən belə təsəvvür yaranır ki, dağ adamları geri qalmış və qanuna tabe olmaq istəməyən insanlardır.

Dağ çayları üzərində su anbarları, hidroelektrik stansiyaları tikmək, bu yolla suvarma əkinçiliyini genişləndirmək imkanı böyükdür. Dağlarda istirahət evləri tikmək, turizmi genişləndirmək çox vacibdir. Dağlıq ərazilərə ərazilərə iqtisadi cəhətdən zəngin məkan kimi baxılmamalıdır. İnsan təsirinin heç olmadığı və ya az olduğu dağlıq ərazilər toxunulmamış unikal təbii ərazi hesab olunur.

Dağlıq ərazilərin nadir (yabanı) təbiət guşələrinin saxlanılması əsasən iki yolla baş vermişdir. Birincisi, ərazinin sıldırım qayalardan, dik yamaclardan ibarət, başqa sözlə, əlçatmaz yerlər olması ilə bağlıdır. Belə ərazilər ilk baxışda insan üçün keçilməz hesab olunur. İkincisi, nadir təbiət guşələrinin yaşayış məntəqələrindən xeyli uzaqda yerləşməsidir.

Bəzi ərazilərdə dağlıq ekosistemlərin qorunması və ya təbii mənzərəsinin toxunulmadan saxlanılması onun füsunkar gözəlliyə malik olması ilə əlaqədar olmuşdur.

Bundan əlavə, dağlıq ərazilərin çox məhdud hissələrində müqəddəs yerlər -pirlər, ibadətgahlar olduğundan, onların ilkin təbiəti ciddi qorunmuşdur (Babadağ ibadətgahının şimal-şərq yamacında saxlanmış meşələri buna misal göstərmək olar).

Bəzi dağlıq ərazilərin unikal təbiətinin və təbii zənginliyinin istismar olunacaq obyektlərdən uzaq olması da (iqtisadi cəhətdən onlardan istifadənin səmərəli olmaması) onların qorunmasına təbii zəmin yaratmışdır.

Azərbaycanda insanın asanlıqla əli çatdığı ovalıq, alçaq dağlıq, qismən orta dağlıq ərazilərdə meşələr intensiv qırılmışdır. Nəticədə arid iqlimi olan ərazilərimizin çox hissəsi meşədən «təmizlənərək» tarlalara və ya otlaq yerlərinə çevrilmişdir. Ona görə də respublikamızın torpaq xəritəsində meşədən sonrakı torpaqlar geniş yer tutur.

Səth suları – çaylar dağların zirvəsindən başlanır. Bu suların təmizliyini saxlamaq, onlardan içməli su kimi istifadə etmək mühüm problemlərdəndir. Dağ gölləri təbiətin ən ali incilərindən biri olduğu üçün onların da qorunması çox mühüm amildir. Bura, ilk növbədə, Gəncə şəhər əhalisini içməli su ilə təmin edən Göygöl suyunun saflığının qorunması daxildir.

Dağ çaylarının suyu icməli su kimi və məişətdə istifadə olunmaqdan əlavə, onlardan kənd təsərrüfatı bitkilərinin suvarılmasında da geniş istifadə edilir.

Çay sularının qidalanmasında yağmur sularından başqa, dağlarda yerləşən qar və buzlaqların əriməsindən yaranan suların da rolu böyükdür. Ona görə yüksək dağlıq ərazilərdəki buzlaqların (Bazardüzü, Şahdağ, Tufan dağı, Bazaryurd dağı) qorunması da aktual problemlərdəndir. Bundan əlavə, Böyük Qafqazın Azərbaycan hissəsində 3800-4000 m və ondan yüksəkdə yerləşən kiçik sahəli buzlaqların və daimi qarların müasir şəraitdə dinamikasını öyrənməklə, iqlimin qlobal istiləşməsi problemi haqqında müəyyən fikir söyləmək olar.

Dünyanın dağlıq ərazisində 9345 qoruq vardır. Onların ümumi sahəsi 4681571 km^2-dir. Azərbaycan ərazisi Quzey Azərbaycanın şimal hissəsində yerləşir. Onun Böyük Qafqaz, Kiçik Qafqaz hissəsi, Talış və Naxçıvan regionu dağlıq ərazilərdən ibarətdir.

Azərbaycanda Bazardüzü (4466 m), Kəpəz (3065 m), Qızılboğaz (3581 m), Qapıçıq (3904 m), Qızyurdu (2433 m) kimi bir çox zirvələr vardır.

Dağların təbii sərvətlərini istismar edərkən götürdüyümüz fayda müqabilində özümüzdə onlara ekoloji qayğı göstərmək ənənəsini yaratmalıyıq. Əks halda, dağlar insanlardan birə beş intiqam ala bilə.

İlisu, Sarıbaş (Qax rayonu), Suvagil (Zaqatala rayonu) kəndlərinin ətrafı XIX-XX əsrlərdə intensiv otarıldığından, meşələrin və kolların kortəbii surətdə qırılmasından sonra həmin kəndlərin ərazisində eroziya, sürüşmə tüğyan etdiyinə görə bu yerlər əhali tərəfindən qorunur və hətta indi bu ərazi rəsmi dövlət qoruğuna çevrilmişdir.

Rizvan Piriyevin (1963) məlumatına görə, Azərbaycan relyefinin 16 %-ni 0 m-dən -28 m-ə qədər olan ərazi, 24 %-ni 0 m-dən 500 m-ə qədər, 15,5 %-ni 500 m-dən 1000 m-ə qədər, 12 %-ni 1000 m-dən 1500 m-ə qədər, 7,5 %-ni 1500 m-dən 2000 m-ə qədər olan ərazi təşkil edir. 2000-3000 m arasında qalan dağlıq ərazi respublika ərazisinin 6,5 %-ni, 3000 m-dən 4000 m-ə qə-

dər olan yüksək dağlıq ərazisi isə respublika ərazisinin cəmi bir faizini təşkil edir.

Deməli, respublikanın alçaq dağlıq ərazisi (500 metrdən 1500 m-ə qədər) onun ümumi sahəsinin 27,5 %-ni, orta dağlıq ərazisi (1500-2500 m) 11,5 %-ni təşkil edir. Onun yüksək dağlıq ərazisi isə (2500-4000 m) respublika ərazisinin 3,5 % -ni tutur. Azərbaycanda əhali əsasən 1500 metr mütləq yüksəkliyə qədər olan dağlıq və düzənlik ərazidə məskunlaşmışdır. Azərbaycan dağlarının 1500 m yüksəkliyə malik olan ərazisi əsasən arid iqlim şəraitinə malik olduğundan, belə ərazilərə insan qayğısı daha çox lazımdır.

Orta və yüksək dağlıq ərazilərdə təbiət çox kövrək olduğuna görə onların qorunması ciddi və daimi insan nəzarəti altında olmalıdır.

Azərbaycanın dağlıq ərazilərində insanlar hələ uzaq tarixi keçmişdən başlayaraq məskunlaşmağa başlamışlar.

İnsanlar ən çox əlverişli relyef şəraitinə malik dağarası çökəkliklərdə, genişdibli dərələrdə, əlverişli yamaclarda, dağüstü düzənliklərdə, təbii fəlakətlərdən təhlükəsiz yerlərdə, içməli su mənbələri olan ərazilərdə yurd-yuva salmışlar. Yaşamaq üçün düzənlikdən dağlara miqrasiya edərkən adaptasiya olunmağa ehtiyac var. Ona görə də insanlar orta və xüsusilə yüksək dağlıq ərazilərdə məskunlaşmağa başlamışlar. Onlar tədricən yüksək dağlıq ərazilərə miqrasiya etmişlər. Yüksəklikdə yaşayan insanların sayı az olduğundan, orada salınmış kəndlər də çox kiçik və seyrəkdir. Bəzən qismən dik dağ yamaclarında yaşayış məntəqələri, kəndlər salınmışdır. Belə halda, Azərbaycanın Xınalıq kəndində olduğu kimi, birinin damının üstü o birinin həyətinə çevrilmişdir.

Azərbaycan əhalisinin çox hissəsi dağlıq ərazilərin düzənliklə qovuşduğu ərazilər boyu yerləşmişdir. Dağlarla düzənliyin qovuşağında indiki ən iri yaşayış məntəqələri salınmışdır. Bura Gəncə, Qazax, Zaqatala, Şəmkir, Tovuz, Ağdam, Quba, Qusar, Dəvəçi, Ağsu, Ordubad, Qax, Balakən, Oğuz, Şəki, Qəbələ, İsmayıllı və bir çox başqa şəhərlər daxildir. Bu ərazilər suvarma əkinçiliyi, bağçılıq və eyni zamanda, maldarlıq üçün olduqca əlverişlidir.

Alçaq dağlıq ərazilərdə yaşayış məntəqələri, əsasən, çay dərələrinin və dağarası çökəkliklərin geniş olduğu sahələrdə salınmışdır. Belə ərazilərdə suvarma əkinçiliyi tabeli xarakter daşımaqla, bağçılıq və maldarlıq da inkişaf etmişdir. Bu yaşayış məntəqələrinin mütləq yüksəkliyi 1000-1500 metr arasındadır.

Orta dağlıq ərazilərdə salınmış yaşayış məntəqələri (1500-2000 m), əsasən, dağarası çökəkliklərdə, genişdibli çay dərələrində, əlverişli suayrıcılarında və dağ yamaclarında yerləşir. Bu kateqoriyaya daxil olan yaşayış məntəqələrinin yerləşməsində əlverişli relyef quruluşundan başqa, içməli su mənbələrinin bol olması da əsas amillərdəndir. Orta dağlıq ərazilərdə salınmış iri yaşayış məntəqələrinə Qonaqkənd, Şuşa, Xankəndi, Laçın, Kəlbəcər, Gədəbəy, Lerik, Yardımlı, Lahıc, Şahbuz və bir çox başqa yaşayış məntəqələri daxildir. Bu ərazilərdə yaşayan əhali əsasən maldarlıq, arıçılıq və qismən bağçılıqla məşğul olur.

Relyef quruluşundan asılı olaraq respublikada dağlıq ərazilərin hər birinin özünəməxsus şəraiti vardır. Məsələn, Böyük Qafqazın cənub yamacında relyefin intensiv parçalanması, dar və dərin dərələr, yamacların dikliyi, suayrıcılarının hədsiz dərəcədə ensizliyi, bulaq və çay sularının əsasən dərələrin dibində və ya yamacların ətəyində olması, tez-tez baş verən güclü sellər burada yaşayış məntəqələrinin sayını maksimal dərəcədə minimuma endirmişdir. Bu ərazidə cəmi bir neçə kiçik yaşayış məntəqəsi vardır.

Cənub-şərqi Qafqazın şərq hissəsində orta dağlıq ərazidə yaşayış məntəqələri üçün əlverişli təbii şəraitin və relyefin olması burada zaman-zaman bir sıra yaşayış məntəqəsinin salınmasına səbəb olmuşdur. Məsələn, Girdimançay hövzəsinin orta dağlıq hissəsində Lahıc, Ərəğit, Həftəso, Xımran, Burovdal və s. yaşayış məntəqələri salınmışdır.

Girdimançayın sol qollarından şərqə Dağlıq Şirvanın orta və alçaq dağlıq hissəsində geniş dağ düzənliklərinin olmasına baxmayaraq, burada su ehtiyatının çox az olması və ya heç olmaması yaşayış məntəqələrinin sayının azlığı ilə nəticələnmişdir.

Pirsaat çayının yuxarı axınından şərqə doğru iqlimin aridləşməsi və təbii su mənbələrinin olmaması orta dağlıq ərazilərdə yaşayış məntəqələrinin sayının kəskin azalmasına və kəndlərin hamısının, əsasən, kiçik olmasına təbii zəmin yaratmışdır.

Ancaq cənub-şərqi Qafqazın şimal-şərq yamacının əlverişli relyef şəraiti atmosfer yağıntılarının bolluğu, içməli su mənbələrinin kifayət qədər olması orta dağlıq ərazilərdə bir çox yaşayış məntəqələrinin salınmasına şərait yaratmışdır. Nəticədə, keçmiş Qonaqkənd rayonu (indiki Quba rayonu) ərazisində onlarca kəndin salınmasına şərait yaranmışdır. Bura Xaltan, Xaşı,

Cimi, Qonaqkənd, Yerfi, Söhüb, Talış, Buduq, Qrız, Hapıt, Çek, Rük və bir çox başqa kəndləri aid etmək olar.

Lənkəran regionunda əhali əsasən ovalıq və düzənliklə dağların qovuşduğu zonada yerləşir. Dağlara qalxdıqca yaşayış məntəqələrinin sayı azalır. Ancaq Lerik və Yardımlı rayonlarının orta və yüksək dağlıq ərazilərində bir neçə yaşayış məntəqəsi vardır. Lənkəran regionunun orta dağlıq ərazilərində əhalinin seyrək olmasının əsas səbəblərindən biri də bulaqların, eləcə də səth sularının (Böyük Qafqazın cənub yamacında olduğu kimi) əsasən dərə yamaclarının ətək və dib hissəsində olması ilə bağlıdır.

Yüksək dağlıq qurşaqda (1800-2000 metrdən yüksək) yaşayış məntəqələri çox seyrəkdir. Bura, ilk növbədə, Quba rayonu ərazisində Qızılqaya yastanının şərq, cənub-şərq hissəsində salınmış Xınalıq kəndi aiddir.

Naxçıvan Muxtar Respublikasının ərazisində əhali əsasən çay dərələrinin yaşıl lent kimi uzanan dib hissəsində məskunlaşmışdır. Yüksək dağlıq ərazilərdə Şahbuz rayonunun bir neçə yaşayış məntəqəsi (Kükü, Biçənək, Şahbuz, Keçili, Nursu və s.) əlverişli relyef şəraitində salınmışdır. Naxçıvan dağlarında arid iqlim şəraiti hökm sürdüyündən və içməli su mənbələri, o cümlədən də bulaqlar çay yataqlarına yaxın yamaclarda üzə çıxdığından, orada həyat şəraiti ancaq dərələrin dibində, çay suları bol olan yerlərdə əlverişlidir. Bu ərazinin dağlıq hissəsində bağçılıq, maldarlıq və qismən dəmyə əkinçiliyi inkişaf etmişdir. Ərazi quraq iqlimə malik olduğuna görə yay otlaqlarının az məhsuldar olması qoyunçuluğun da az inkişaf etməsinə səbəb olmuşdur.

Azərbaycanın Kiçik Qafqaz hissəsində orta dağlıq və qismən yüksək dağlıq ərazi, xüsusilə Laçın, Kəlbəcər, Dağlıq Qarabağ, Gədəbəy rayonlarında, eləcə də Tovuz, Qazax rayonlarının dağlıq hissəsində əlverişli relyef şəraiti, bulaq və çay sularının bolluğu bir çox yaşayış məntəqələrinin, kəndlərin salınmasına şərait yaratmışdır.

Son 100 il ərzində Azərbaycanın təbiətinə çox ciddi ziyan dəymişdir. Düzənlik meşələri, o cümlədən tuqay meşələri, alçaq dağlıq ərazidəki Sultanbud meşələri intensiv surətdə qırılaraq yaşayış məntəqələri salınmış, həmin sahələr əkin yerinə və otlaqlara çevrilmişdir. Ekoloji tarazlığın qorunmasında respublikamızın ümumi meşə sahəsinin 90 %-ni təşkil edən dağlıq meşələrinin əvəzedilməz rolu vardır. Xüsusilə onların torpaqqoruyucu, sutənzimləyici, havanı sağlamlaşdırıcı rolu əvəzsizdir. Atalar deyib, meşəli kəndi sel basmaz.

Son 15-20 il ərzində dağ meşələri aramsız olaraq qırılır. Buna qarşı dövlət tədbirləri sərtləşməli, təbiətə, o cümlədən də torpağa iş adamlarının qayğısı artırılmalı və əhalinin təbiəti qorumaq ənənəsi gücləndirilməlidir. Dağların təbii sərvətləri, o cümlədən də dağ-mədən, meşə, torpaq, su, heyvanat aləmi, iqlim və s. həyat mənbəyidir. Bir şərtlə ki, insan onlardan ağılla, düşüncə ilə istifadə etməyi bacara.

Dağlıq ərazi təbiətindən səmərəli istifadə etmək üçün onun havasını, torpağını, suyunu, meşəsini, çəmənini, canlı aləmini, mədən sərvətlərini, təbiət mənzərələrini, təbiət abidələrini ciddi qorumaq vacibdir. Dağlıq ərazi kəndləri əhalisinin işlə təmin edilməsi, sosial problemlərinin - yolların çəkilməsi, körpülərin tikilməsi, kəndlərin elektrik enerjisi ilə təmin edilməsi, əhaliyə səhiyyə və digər xidmətlərin artırılması, onların ərzaqla təminatı və s. həlli mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Dağ ekosistemlərinin bioloji müxtəlifliyinə qarşı yaranmış təhlükələr:

1. Faydalı qazıntıların istismarı, dağ-mədən sənayesinin inkişafı.
2. Meşədən istifadənin dağıdıcı rolu, kənd təsərrüfatının tələbatını ödəmək üçün meşələrin intensiv qırılması.
3. Kənd təsərrüfatı torpaqlarından səmərəsiz istifadə və otlaqların normadan artıq yüklənməsi.
4. Sənaye əhəmiyyəti olan heyvanların, xüsusilə məməlilərin istismarı-qırılması.
5. Geniş yayılmış heyvan invaziya növlərinin həmin dağlıq ərazilərdə yayılması.
6. Kortəbii sistemli turizmin güclənməsi.
7. İqlimin dəyişməsi.

Dağlıq ekosistemlərinin biomüxtəlifliyinin saxlanılmasının üstün (prioritet) tədbirləri:

1. Dağlıq ərazilərin davamlı inkişafını təmin etmək üçün dövlət siyasətinin gücləndirilməsi.
2. Dağların davamlı inkişafını təmin etmək və biomuxtəlifliyi saxlamaq üçün ümumavropa və məhəlli əlaqələndirmə mərkəzi yaratmaq. Dağlıq ərazilərdə ayrı-ayrı təbii ərazilərin qorunması üçün xüsusi rejimin təmin edilməsi.
3. Yerli kiçik xalqların yaşadığı ərazilərə və dağlıq ərazi ekosistemlərinin ekoloji tutumunu təmin edən, ənənəvi təsərrüfatla məşğul olan kiçik yerli xalqlara və subetnoslara təbiətin qorunması sahəsində xüsusi statusun verilməsi.

Dağlıq ərazilərdə təsərrüfatın inkişafını təmin etmək üçün dağlarda mövcud ənənəvi əmək vərdişləri üsulunu saxlamaq; elmin və texnikanın müasir istiqamətlərindən səmərəli istifa-

də etmək; emaledici müəssisələri, heyvandarlığın, bitkiçiliyin və bağçılığın inkişaf etdiyi əraziləri yaxşılaşdırmaq; dağlarda qeyri-ənənəvi enerjidən istifadənin təşkili; əhalinin məşğulluğunu artırmaq; əhalinin dağlardan miqrasiyasının qarşısını almaq; dağlıq ərazilərin əhalisinin təhsilini təmin etmək üçün daha faydalı üsullar axtarmaq; dağlıq ərazi rayonlarını idarə etmək də mühüm problemdir. Kəndlərin siyasi, iqtisadi, informasiya və mədəni mərkəzdən uzaqlığı da bir sıra ciddi problemlər yaradır.

İqlimin fəsillər üzrə yaratdığı çətinlik, telekommunikasiya şəbəkəsinin azlığı siyasi idarəçiliyi zəiflədir. Bu vəziyyət seçki kampaniyasına öz mənfi təsirini göstərir. Odur ki, uzaq dağ kəndlərinə özünüidarədə, özünütəminetmədə müəyyən sərbəstlik vermək lazımdır.

Dağlara üz döndərmək, onların iqtisadi və mədəni yüksəlişini təmin etmək əhalinin sürətlə artdığı və respublika ərazisi torpaqlarının 20 faizə qədərinin itirildiyi bir dövrdə buradakı ekosistemlərə antropogen amillərin neqativ təsirinin düzgün qiymətləndirilməsi vacibdir.

Dağlıq ekosistemlərə antropogen təsirlərin əsas ekoloji nəticələri:

1. Torpaq örtüyünün deqradasiyası, dağ yamaclarının eroziyası, fəlakətli sellər və sürüşmələr, torpaq örtüyünün yuyulması.

2. Təbii ekosistemlərin şumlanmış sahələr, otlaqlar, biçənəklər və təkrar meşəliklərdən ibarət antropogen modifikasiyalarla əvəz edilməsi.

3. Təbii ekosistemin texnogen və aqrolandşaftlar daxilində təbii «talalar» şəklində qalması.

4. Ekosistem səviyyəsində biotalaların sinantropizasiyasının güclənməsi, təbii biosenozların dağılması, onların özünütənzimləmə və özünübərpa qabiliyyətinin itirilməsi.

Dağlıq ərazilərdə olan yaşayış yerlərinin və əhalinin bir çox mühüm problemləri vardır. Buna əhalinin kasıb yaşaması, narkotik maddələrin yayılması, təbii ehtiyatların kortəbii idarə edilməsi, əhalinin dağlardan başqa yerlərə miqrasiyası, dağlıq ərazidə təbii ekosistemin qorunması, səhralaşma prosesi, bioloji müxtəlifliyin qorunub saxlanılması, dağlıq ərazilərin davamlı inkişafı, dağlarda tarazlı inkişafın bərpa olunması, təbiət və təbiət-təsərrüfat parklarının yaradılması və qorunması, təbiət abidələrinin qorunması və təbliği, turizmdən gələn gəlirlərin bir hissəsinin yerli idarə orqanlarına verilməsi, tibbi-bioloji məsələlər və bir çox başqa mühüm problemlər daxildir. Əhalinin dini-mənəvi ənənələrinin saxlanılmasına və onların qorunmasına xüsusi diqqət və qayğı göstərilməlidir. Dağlardakı ibadətgahlar babaların müqəddəs nəfəsinin zaman və məkan daxilində dini əsaslarla yaranmış mənəvi dəyərləri və ruhi qoruqlarıdır. Təbiəti qoruya-qoruya inkişaf etmək lazımdır.

2002-ci il Beynəlxalq Geofizika İlində «Beynəlxalq dağlar əməklaşdığı» (BDƏ) adlı təşkilat yaradılmışdır. Bu təşkilata 40-a yaxın ölkə, o cümlədən Gürcüstan, Qırğızıstan və Rusiya dövlətləri də daxil olmuşdur.

Qafqaz regionunda olan Azərbaycan, Gürcüstan, Ermənistan və Rusiya dövlətləri dağlıq ərazinin davamlı inkişafı üçün proqram hazırlamışdır.

Azərbaycanın da dağlıq ərazilərində dağların davamlı inkişafını təmin edən proqram hazırlanmalıdır. Azərbaycan alpinistlərinin Bazardüzü, Şahdağ və başqa dağlara etdikləri səfərin ildönümünü keçirmək olar. Sovet alpinistləri Everest dağına qalxanda onlar özləri ilə Bakıda hazırlanmış oksigen balonlarını götürmüşdülər. Zirvələrin fəthində təkcə alpinistlər deyil, fizioloqların, geodezistlərin və ekoloqların da iştirakı vacibdir.

Dağlıq ərazilərin dayanıqlı inkişafını, aktual problemlərini tədqiq etmək üçün ərazilərin siyasi, sosial, iqtisadi və ekoloji vəziyyətinə dair mövcud informasiya məkanında olan ən maraqlı metodları toplamaq vacibdir. Bu işdə cəmiyyətin müxtəlif təbəqələri - alimlər, dövlət nümayəndələri, təhsil işçiləri, ictimaiyyət və iş adamları arasında qarşılıqlı anlaşma olmalıdır. Burada əlaqələndirmə yolu ilə müxtəlif geoinformasiya sistemlərinin yaradılması, onların işgüzar gücünün birləşdirilməsi tələb olunur.

Yüksək dağlıq ərazilərdə havanın çirklənmə dərəcəsinin və müasir dövrdə iqlimdə baş verən regional dəyişmələrin, eləcə də istiləşmənin tədqiqi çox ciddi elmi əhəmiyyətə malikdir.

İqlimdə baş verən istiləşməni tədqiq etməyin ən mühüm yolu, Baş Qafqaz silsiləsinin cənub-şərq hissəsinin 3500-4000 metrdən yüksəkdə yerləşən zirvələrdəki buzlaqlar üzərində müntəzəm müşahidənin təşkilidir. Böyük Qafqazın cənub-şərq qurtaracağının alçaq dağlıq hissəsi arid iqlimi ilə seçilir. Şübhəsiz ki, burada hökm sürən arid iqlim orta və yüksək dağlıq ərazilərin iqliminə dolayısı yolla öz təsirini göstərir. Ona görə Bazardüzü-Şahdağ sistemində olan yastı zirvə, kar, asılı və dağ-dərə tipli buzlaqların üzərində çoxillik müşahidənin təşkili böyük elmi və praktiki əhəmiyyət kəsb etmiş olardı. Bu məqsədlə Şahdağda stasionar müşahidələr üçün dağ-buzlaq stansiyasının təşkili yaxşı nəticə verərdi.

Azərbaycanda olan buzlaqların tədqiqi iqlimin qlobal miqyasda dəyişməsinin göstəricilərindən biri ola bilər. Regionun qlobal istiləşməsi Everest dağına ciddi təsir göstərdiyindən belə qərara alınmışdır ki, bu ərazi YUNESKO-nun dünya irsi kateqoriyasına daxil edilsin. Burada buzlaq və qarların əriməsindən yaranmış dağ gölləri bəndinin partlaması dərə boyu aşağıdakı kəndlərin əhalisini təhlükə altına alır. Qeyd edək ki, 1985-2000-ci illər ərzində İçveçrədə Alp dağlarındakı buz və qarların əriməsi nəticəsində onların sahəsi 18% azalmışdır. 1973-1985-ci illərdə isə bu ərazidə buz və qarların əriməsi ümumi sahənin ancaq bir faizini təşkil edirdi.

«Azərbaycanın ətraf mühiti» adlı jurnalın təsis və dərc edilməsinin vaxtı çatmışdır. Onu da deyim ki, Gürcüstanda «Qafqazın ətraf mühiti» adlı jurnal nəşr edilir. Bundan əlavə, Gürcüstanda «Gürcüstan dağlarını sevən ittifaq» adlı ictimai təşkilat yaradılmışdır. Bu ittifaqın məqsədi dağlıq ərazilərin sosial-iqtisadi inkişafını təmin etməkdir. Belə bir ictimai təşkilatın bizdə də yaranmasına ehtiyac vardır. Qırğızıstanda «Dağ evi» adlı klub təşkil edilmişdir. Burada dağlıq ərazilərlə əlaqədar mühüm elmi, elmi-təşkilati və mədəni tədbirlər keçirilir.

Azərbaycan Respublikasının bir neçə regionunun biomüxtəlifliyinə, ekologiyasına, iqtisadiyyatına aid sistemli şəkildə elmi konfransların keçirilməsi vacibdir.

«Dağ və dağətəyi düzənlik», «Aran və yaylaq», «Dağlıq ərazilər və urbanizasiya», «Dağlıq ərazilərin rekreasiya ehtiyatları və ondan səmərəli istifadə yolları», «Dağlarda təbii dağıdıcı hadisələr və onların biomüxtəlifliyə və iqtisadiyyata vurduğu ziyanlar», «Yüksəklik iqlim qurşaqlığı və bioloji müxtəliflik», «Dağ çaylarının su ehtiyatları və onlardan səmərəli istifadə yolları», «Dağlıq ərazilərin rekreasiyasının inkişafında mineral suların rolu» və bir çox bu kimi problemlər üzrə elmi konfranslar təşkil etmək olar və bu istiqamətlər üzrə elmi tədqiqat işləri gözəl nəticələr verərdi. Bundan başqa, aşağıdakı mövzular üzrə elmi-praktik konfransların keçirilməsi məsləhətdir: «Dağlıq ərazilərin biomüxtəlifliyində və ekologiyasında Qanıx-Əyriçay çökəkliyinin rolu», «Naxçıvan MR ərazisinin geosistemi və onun biosfer proseslərinin dinamikasında əhəmiyyəti», «Dağ və Aranın iqtisadi əlaqələri və onların iqtisadi inkişafda, ekosistemlərin tənzim edilməsində və ekologiyada rolu», «Azərbaycan dağlarının ekosistemi və onların iqtisadi inkişafda rolu» və s.

Dağlıq ərazilərdə təhsilin, elmin, mədəni irsin saxlanılması və ekoloji təhlükəsizlik problemlərinin həlli məqsədilə dövlət proqramı hazırlanmalıdır.

Xalqın maddi rifah halının yaxşılaşdırılması üçün dağ məhsullarından əldə edilən gəlirin artırılması və onun qorunması üçün layihələr hazırlanmalıdır. Bu işin təşkilində müvafiq dövlət idarələri ilə birlikdə yerli hakimiyyətin də iştirakı lazımdır.

Dağlıq ərazilərin ən mühüm elmi problemlərindən biri də su ehtiyatları, onlardan istifadə yolları və qorunmasıdır.

Dağlarda alpinizm və dağ turizmi inkişaf etdirilməlidir. Bu işi «Zirvələrdə həyat» devizi altında aparmaq olar.

«Azərbaycanın Dağlar günü» adı altında görüş keçirilməlidir. Bu görüşdə alimlər, səyyahlar, idmançılar, tələbələr, məktəblilər və dağları sevənlər iştirak etməlidir. Tədbir zamanı dağlara aid kitablar, bədii tablolar və fotoşəkillər numayiş etdirilməsi maraqlı olardı. «Zirvələrdə həyat» görüşündə dağlara səyahət və zirvələrə alpinist səfərləri kimi mühüm məsələlər üzrə qərar qəbul edilməlidir.

MDB ölkələrində dağlıq ərazi problemlərinə çox böyük fikir verilir. Qafqazda Gürcüstan, Şimali Osetiya-Alaniya, Altay və Karpat xüsusilə fərqlənir. Gürcüstanda Dağ qanunu qəbul edilmişdir. Qırğızıstanda Dağ İnstitutu təşkil olunmuşdur. Mərkəzi Asiyada dağlıq ərazilərin inkişafına köməklik göstərmək üçün regional proqram tərtib edilmişdir.

Qafqazda (xüsusilə Şimali Qafqazda, Gürcüstanda, Azərbaycanda) müharibənin getməsi təbiətin balansını pozur, dağlarda ekoloji şəraiti xeyli pisləşdirir.

Çeçen Respublikasında uzun müddət davam edən müharibə nəticəsində vəhşi heyvanlar o ərazini tərk edib. Ovçuların müşahidəsinə görə, vəhşi heyvanlar Şimali Qafqazdan Zaqafqaziyaya miqrasiya etmişlər. Osetiyada, İnquşetiyada, Dağıstanda yırtıcı heyvanların sayı artmışdır. Canavarların insanlara hücumu qeydə alınmışdır. Ekoloqların dediyinə görə, bu ancaq buz dağının (aysberqin) görünən hissəsidir.

Erməni təcavüzkarlarının Dağlıq Qarabağı, eləcə də ona bitişik Azərbaycan ərazilərini işğal etməsi nəticəsində dağlıq ərazi meşələri intensiv qırılır, vəhşi heyvanlar oranı tərk edir və bu yolla təbii landşaftlara çətin sağala biləcək yaralar vurulur.

Dağlıq ərazidə sənaye əhəmiyyətli meşə ağacları - palıd, fıstıq, şərq çinarı, və s. vəhşicəsinə qırılır. Çilpaqlaşmış dağ yamaclarında yaranan təbii fəlakətlər də təbiətə çox ciddi ziyanlar vurur. Erməni işğalçılarının təbiətə göstərdikləri vəhşi münasibətin qarşısı alınmalıdır. Təbii fəlakətlərin ən çox qorxulusu Azərbaycanda (xüsusilə Şamaxı, Gəncə, Zəngəzur regionlarında) vaxtaşırı baş verən zəlzələlərdir. Bundan əlavə, dağlarda mövcud olan yüzlərlə sürüşmə, qar uçqunu, dağıdıcı sellər, daşqınlar, eroziya və s. tez-tez baş verir. Dağlıq ərazilərdə antropogen yükün artması onların dağıdıcı təsirini daha da sürətləndirir. Dağ yamaclarında yaradılan terraslar yamacların davamlılığını pozur və sürüşmələri, eroziyanı sürətləndirir. İnsan fəaliyyətinin neqativ təsirini nizama salmaq yolu ilə dağıdıcı təbiət hadisələrinin təsirini azaltmaq mümkündür.

Dağlıq əraziləri elektrik enerjisi ilə normal təmin etməklə meşə ekosisteminə vurulan ziyanları zəiflətmək və ya tam aradan qaldırmaq olar.

…Mən dağlara ağır-ağır addımlarla, bolluca oksigen tələb edə-edə, tez-tez nəfəsimi dərə-dərə qalxmışam. Dağların qürurlu görkəmi, gümüşü zirvəsi, sıldırım qayaları, ekzotik şəlalələri, laçın yuvaları, qartal oylaqları, maral cığırları daima məni özlərinə doğru səsləyib. Dağların məhəbbəti insan bədənində ürəklə qardaşlaşmış halda yer tutur. Onların bir-birindən ayrılması qeyri-mümkündür: Koroğlu qürurunu dağların qürurundan, Babək elə arxa olmağı dağ kimi arxa olmaqdan, Həcər gözəlliyini dağların yazağzı bəzəndiyi bəzəkdən, Nizami Gəncəvi ucalığı mavi səmaya sancılmış zirvələrdən götürüb. Kəsməşikəstənin baş bəstəkarı gah zilə qalxan, gah da bəmə enən şəlalələrdir. Marala maral baxışını, qartala qartal uçuşunu uca dağlar öyrədib. Cəsur insanlar dağların əlçatmaz zirvələrinə qalxmışlar. İnsanlar kişi mətanətini, kişi cəsarətini, vətənə bağlılığı qayaları bərk-bərk qucmuş şibyədən, mamırlardan öyrənib. İbtidai insanların ilk evi dağlarda yaranmış mağaralardan başlanır.

Qızlarımız geyimlərinin rəngini dağların hər bir fəsildə «geydiyi» donlarının rəngindən götürmüşlər. Qızlarımızın al yanaqlarının rəngi dağ lalələrinin rəngindən, ətirləri isə dağ çiçəklərinin ətrindən alınmışdır. Babalar el gücünü dağ selinin gücündən, igidlər bir-birinə arxa olmağı dağlardan götürmüşlər. Sərkərdələr düşmən üstə hücum zamanı çəkdikləri nərəni dağların yaratdığı sıx qara buludlardan qopan göy gurultusundan, igid əsgərlər isə ürəklərinin odunu ildırımdan götürmüşlər.

Dağların yaşıl çəməni, şiş qayaları, göylərə kəskin sancılmış zirvələri, dağların musiqi səsini aləmə bəyan edən şəlalələri, gur çayları, səmanın dağlarda aynasına çevrilmiş mavi göllləri, əlvan çiçəkli subalp və alp çəmənlikləri, dik qayalara sarılmış əlvan meşələri, dağların zirvəsini bəzəyən dağ-dərə buzlaqları, Şərqin ağ örpəkli gözəllərini xatırladan qarlı zirvələri, qara buludlardan yaranan səması, əlvan dağ çiçəklərinin şirəsi ilə qidalanan bal arıları, zirvələri daha da uca göstərən dağ keçiləri, meşələrin maralları, əlikləri, səmada qıy vuran qartalları, qayalı yamacların qəlbinə sancılmış mağaraları, bəzən qaşqabağı tökülərkən sinəsinə aldığı buludların leysan yağışı, qara buludların sinəsini parçalayaraq bir anlıq işıq saçan şimşəkləri, göylərin şənindən xəbər verən göy gurultuları, yerin sinəsini dağlayan ildırım, dağ döşündə, dağ ətəyində cərgə ilə düzülmüş çadırlar və ya alaçıqlar, mirvari kimi yamaclarda cərgələnmiş qoyun sürüləri, bulaqdan sənəklə su daşıyan gəlinləri və qızları dağların həm gözəlliyidir, həm də onun əzəmətidir. Dağlarda baş verən sürüşmə, sel, daşqın, qaya, qar və buzlaq uçqunları, dağları silkələyən zəlzələlər, dağların sinəsini parçalayan yarğanlar dağların həyatından, onun yaşamasından, inkişafından xəbər verən təbii proseslərdir, dağa dönmüş dağların canlı həyatıdır.

Dağlar coğrafi yerləşməsindən asılı olaraq müxtəlif landşaft qurşaqlarının yaradıcısı və sinəsində daşıyıcısıdır. Səhra dağların ətəyində, qış isə onun zirvəsindədir. Dağ meşələri, subalp və alp çəmənlikləri dağların belinə sarılmış ilahi kəməridir. Dağlar ağ donunu zirvələrdən, yaşıl donunu isə ətəklərindən geyinir.

Şərq günəşinin şüası altında açıq gümüşü rəng alan qarlı-buzlaqlı zirvənin qaşından axaraq uçurum ətəyində sudan şişvari pərdə yaradan, üzüaşağı tədricən zərif damlalara çevrilərək göydən yerə tökülən, sinəsi əlvan rəngə boyanan göy qurşağını əks etdirən şəlalələr, əlvan rəngli dağ çiçəklərinin ləçəklərini suvaran qatı dumanlar, seyrək çənlər, yerin dərin qatlarından süzülüb gələn bulaqlar, yamac boyu addımladıqca ayaqların altında mürgü vuran qranitləri, kvarsları, qızılları, gümüşləri, dəmirləri, misləri, latunları, diş göynədən bulaqları, dağ çayları, dağların kəsməşikəstəsinə çevrilmiş gah zilə qalxan, gah da bəmə enən şəlalələri, yamacların boynuna mirvari kimi səpilən çınqıllıqlar, qayalardan qopub uçurumlu yamac boyu aşağı diyirlənərək dərələrin dibinə doğru hücum çəkən, hərəkət edən daşlar sistemi, zil qaranlıq gecədə

ulduzlu-aylı səmanı yerə doğru çevirən göy qübbəsi, parlaq ulduzlar, Məkkə yolu, ağ ciyərə məlhəm kimi yayılan oksigenlə zənginləşmiş sərin dağ havası... Dağların döşünə salınmış cığırlar, çiynində yapıncı, əlində çomaq, başında papaq, qarşısında ağlı-qaralı qoyun sürüləri, mavi dənizin üzündə üzən qağayıları xatırladan ağ çadırlar gölü, alaçıqlar silsiləsi, quzu mələşməsi... Budur dağlardan alınan bol ət, süd, yağ, yun, motal sərvətləri.

Budur dağların insanlara bəxş etdiyi dağ gözəlliyi, dağın estetikası, dağın tükənməz sirləri, dağların təbii zənginlikləri .

ЛИТЕРАТУРА

Central Asian Mountain Information Network (CAMIN) – http://www.camin.org/

Вторая сессия Подготовительного комитета Всемирного саммита по устойчивому развитию. Документ председателя, 8 февраля 2002 г.

Глобальный Горный Саммит. Бишкек. 2002 (28.10-1.11). Бишкекская Горная Платформа.

Известия «Горы Евразии» - http://www.ihst.ru/~mountains

Материалы «Горного Форума» - http://www.mtnforum.org

Материалы веб-порталов http://www.zin.ru (Институт зоологии РАН), http://www.sevin.ru (Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН).

Материалы Международной конференции «Сохранение этнокультурного и биологического разнообразия через стратегии устойчивого развития», посвященной Международному году гор 2002. 24-27 сентября 2002, г.Горно-Алтайск, Россия.

Материалы Международной конференции по проблемам устойчивого развития горных регионов. 1998. Бишкек.

Материалы Общероссийской научно-практической конференции «Горные регионы России: стратегия устойчивого развития в XXI веке – Повестка дня 21», Республика Дагестан, г.Махачкала, 21-24 октября 2002 г.

Сайт «Алтай трансграничный» - http://www.altaiinter.org

Электронный журнал «Природа России» - http://www.biodat.ru

ЯЩИНА, Т.В. 2004 (29.11-2.12). Государственный природный биосферный заповедник «Катунский». О тематическом семинаре «*Сценарии воздействия глобальных изменений в горных биосферных резерватах*», Национальный парк Гран Cacco (Gran Sasso), г.Л`Акуила (Италия).

© Б.А.Будагов и др., 2006

О КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ АГРЕССИИ НА АЗЕРБАЙДЖАНСКИЕ ТОПОНИМЫ В АРМЕНИИ

Б.А.Будагов, М.А.Аббасова, И.Э.Марданов, Ш.К.Азизов

Институт географии им. акад. Г.А.Алиева НАН Азербайджана
AZ 1143, Баку, просп. Г.Джавида, 31

На основе исторических фактов, картографической информации и топонимического анализа показано поэтапное массовое переименование географических названий и осуществление картографической агрессии на азербайджанские топонимы в Армении. Характеризуется целенаправленная политика и разные способы арменизации местных азербайджано-тюркских названий путем их подделывания, искажения и многократного переименования. В статье обосновывается бесперспективность варварской политики армянского национализма.

Поселившиеся сравнительно недавно с помощью зарубежных покровителей в западной зоне Азербайджана – Ираванском ханстве армяне поставили перед собой цель вытеснить отсюда другие народы для создания моноэтнической республики. Как результат, начиная с 1828 года по 1990 год, были депортированы со своей родины не только азербайджанцы, но также поэтапному геноциду и картографической агрессии подверглись создаваемые ими в течение всей истории географические названия. Изгнание азербайджанцев из Армении сопровождалось массовым изменением названий их населенных пунктов. Зародившееся в разные исторические периоды множество географических названий тюркского происхождения было стерто с карт, издаваемых армянами после 1990 года.

В 1991 году завершились многолетняя скрытая борьба и настоящая война, которые вели армяне в целях этнической «чистки» под лозунгом «Армения без тюрков». Теперь уже в Армении нет ни азербайджанцев, ни селений, где жили азербайджанцы, нет тысяч названий географических объектов, имеющих очень древние корни.

Как отмечается в исторических трудах (Алекберли, 1994; Алиев, Будагов, 2003; Будагов, 1994; Гейбуллаев, 1992; Шопен, 1852 и др.) настоящая территория Армянской республики не является регионом заселения армян, поэтому сам топоним «армения» нельзя считать по происхождению армянским. Настоящее этническое название армян звучит как «хай». Этноним «армения» был дан древними персами и греками населению области Арме в составе государства Урарту, а потом он был присвоен «хаям».

У армян не было древней родины на Кавказе. На территории современной Армении древнеармянских топонимов нет, поскольку сами армяне являются пришлым народом. Имеющиеся исторические источники (Алекберли, 1994; Гейбуллаев, 1992; Историческая география…, 1995; Краткий реестр Эялата Ираван, 1727; Мирмахмудова, 1986; Парвицкий, 1886 и др.) показывают, что предки тюрков обосновались на территории Армении в I тысячелетии до нашей эры.

В VIII-VII веках до н. э. входившая в состав Урарту нынешняя территория Армении принадлежала таким тюркоязычным племенам, как киммерийцы, скифы, саки, шираки, пасианы. В урартийских источниках эта страна называлась в соответствии с именами областей – Эрнохи, Эмуни, Урнуни и др. Названия киммери, пасианы, гугарк и ширак до сих пор сохранились и звучат как Гумри, Беджни, Гучарк и Ширак (Гейбуллаев, 1992).

На территории Армении нет древних топонимов на армянском языке, потому что армяне здесь – пришлый народ. На самом деле они пришли сюда после тюрков. Достоверность этого вывода подтверждают географические названия, отмеченные в урартийских источниках, указанные в древних армянских источниках V-X веков и существующие по сегодняшний день, но являющиеся неармянскими по происхождению.

Особое значение имеют географические карты (см. список использованных карт) как исторические источники, сохраняющие топонимы. Под руководством академика Б.А.Будагова в отделе картографии и геоинформатики Института географии НАНА на основании исторических и картографических источников проводились исследования названий географических объектов на территории Армении. В целях восстановления исторической справедливости была поставлена задача: используя научные работы – произведения русских, армянских исследователей, старые карты, составить административную карту Армянской Республики масштаба 1:250000 с изображением на ней областей и территорий, откуда армяне переселялись, с передачей на карте первоначальной формы записи азербайджанских (тюркских) топонимов.

В этом отношении ценным и богатым источником информации, без искажения показывающим на территории Армении азербайджанские (тюркские) топонимы, является изданная в советский период в 1931 году в Ленинграде (ныне Санкт-Петербург) «Политико-административная карта. Закавказская Федерация» масштаба 1:500000. Выполненные по этой карте топонимические исследования подтвердили то, что армяне, начиная с самого начала советского периода, переименовали названия населенных пунктов, исторически населенных азербайджанцами, заменяя их в основном мемориально-символическими названиями. Например, по этой карте установлено, что основные изменения в 1920-1930 гг. коснулись населенных пунктов Гюмрю (Ленинакан), Гаракилса (Кировакан), Джалалоглу (Степанаван) и т.д. Анализ карты также показал изменение армянами в первые годы советской власти и многих древних азербайджанских топонимов.

При выявлении азербайджано-тюркских топонимов на территории Армении очень важное значение имел целый ряд топографических карт, составленных во второй половине XIX века картографо-топографической службой Закавказья. Анализ этих карт убеждает в том, что коварная политика армян по изменению (арменизации) названий в то время еще не получила массового характера.

Топонимические исследования показывают, что невозможно стереть из исторических источников, географических карт местные названия азербайджанцев, которые много веков назад обосновались на нынешней территории Армении. История остается историей и переписать ее заново в угодном кому-то виде нельзя.

Изучение «Политико-административной карты Закавказской Федерации» (1931) и более древних карт, исторических материалов показало, что подавляющее большинство названий географических объектов на территории современной Армении имеет азербайджано-тюркское происхождение. Определение топонимов по их языковой принадлежности дается в таблице.

Следует отметить и такой факт, что значительная часть топонимов, написанных на армянском языке, являются переводами тюркских топонимов на армянский язык.

Историческим фактом стало массовое переселение армян на эту территорию в начале XIX века (в 1828-1831 гг.). Исторические корни, причины и цели этого процесса достаточно очевидны. Процесс «арменизации» территории был выполнен в несколько этапов. В 1894-1905, 1915-1941, 1946-1958 годах происходило переселение армян в основном из Ирана, Турции и Сирии.

Вся изложенная выше информация нашла свое отражение на составленной нами карте «Историко-географические названия Армянской республики» масштаба 1:250000, на которой указаны первоначальные названия населенных пунктов.

В 1986 г. Ереванским университетом был издан «Топонимический словарь Армении и окрестных районов» в 4 томах. В этом словаре отмечено, что более 70% населения армянских деревень – это переселенцы из Турции и Ирана. По Туркменчайскому договору 1828 года на территориях, завоеванных Россией, позже была образована Ереванская губерния.

Таблица

Языковая принадлежность топонимов	Количество топонимов	В процентах (%)
1. Азербайджано-тюркские	676	78,0
2. Гибридные	34	3,9
3. Армянские	30	3,4
4. Русские	11	1,3
5. Арабские	8	0,9
6. Иранские	4	0,5
7. Языковая принадлежность не выявлена	105	12,0
Всего	868	100,0

Во второй половине XIX века русские чиновники собрали и опубликовали интересные сведения о численности, этническом составе, хозяйственной жизни, экономике населения Ереванской губернии (Зелинский, 1886; Пагирев, 1913; Парвицкий, 1886; Свод статистических …, 1893). При этом, не зная местного (азербайджанского) языка, они часть названий географических объектов зарегистрировали в искаженной форме. Постепенно эти искаженные топонимы попали в различные источники, в том числе и карты. В качестве примера можно привести следующие названия: гора Алагез (г. Арагац); Бузовдаг (Безобдаг); сел. Гаранлыг (Караманлуг) – Абаранский р-н; сел. Гязянфяр (Казанфар) – Абаранский р-н; сел. Дамчылы (Танджорлу) – Абаранский р-н; Гирятаг (Тирратаг) – Кафанский р-н; Атгыз (Атгил) – Кафанский р-н; гора Шейх-Ахмед (Теж Ахмед); Дерабаск (Дарабазиск); Шюкяр (Шурарк) и др.

Коварная целенапраленная политика арменизации местных азербайджано-тюркских названий путем их подделывания, искажения продолжалась в Армении поэтапно в течение последних 70 лет. С целью добиться полного стирания настоящего исторического названия одни и те же топонимы переименовывались в Армении несколько раз.

Можно выделить следующие способы изменения названий географических объектов, которые использовались при переменовании и арменизации географических топонимов:

1. Переименование азербайджано-тюркских топонимов на мемориально-символические названия под воздействием пропаганды советской идеологии.

2. Переименование топонимов путем присваивания имен отдельных армянских деятелей (писателей, революционеров и др.): Елляр-Абовян; Кевер-Новый Бязит-Камо; Великий Шахрияр – Налбандян и др.

3. Переименование топонимов путем перевода (кальки) с азербайджанского на армянский язык – это один из основных способов «арменизации» азербайджанских названий. Для примера можно привести много топонимов: с. Гел – Личк (Мартунинский район); с. Алмалы-Хндзорут (Разданский район); с.Армудлу – Тандзут (Октемберянский район); с.Деречичек – Тсахадзор (Разданский район); с.Гарадаш-Севкар (Иджеванский район) и др.

4. Дословный перевод терминов «ашагы», yuxarı, boyük, kiçik, bala в составе топонимов на армянский язык с. Böyük Ayrım – Metc Ayrum (по армянски «метс» означает «böyük», т.е. большой; с. Yuxarı Ağcaqala – Верин Агчагала (по-армянски «верин» означает «yuxarı»).

5. Переименование географических названий путем арменизации гибридных топонимов: Məlikkənd – Melikkyuq (Абаранский район). Армянское слово «kyuq» в переводе означает «деревня».

6. Изменение азербайджанских топонимов путем приведения их в соответствие с армянским произношением: с. Həkəri – Akori (Аллахвердинский район), s.Uzunlar-Odzun (Аллахвердинский район); с.Ərzəkənd – Арзакан и др.

В заключение необходимо отметить, что все попытки армянских националистов, направленные на уничтожение из исторических источников азербайджанских топонимов – названий гор, рек, озер, селений, урочищ и др., обречены на провал, и добиться этой цели они никогда не смогут.

В последние годы в Азербайджанской Республике были изданы имеющие важное значение ценные произведения, посвященные исследованию, восстановлению тюркских топонимов в Армении (Будагов, 1994, 1998; Будагов, Гейбуллаев, 1998; Гейбуллаев, 1992 и др.) – они имеют большую теоретическую и практическую ценность.

Ценным и богатым источником информации стала книга академиков Дж.Алиева и Б.Будагова «Турки, азербайджанцы, армяне: геноцид исторической правды» (2003), которая была написана в ответ на искажение исторической правды армянскими националистами. Разнообразная историческая информация содержится также в опубликованной в 1995 году издательством «Гянджлик» книге «Историческая география азербайджанцев в Армении» (научные редакторы Б.А.Будагов, Г.А.Гейбуллаев).

Авторы отмеченных выше произведений, опираясь на богатые исторические факты, раскрыли трагедию нашего народа на захваченных армянами территориях. Прошло уже 15 лет с того времени, как на территории Армении азербайджанцы не живут. Все топонимы (географические названия) азербайджанского происхождения – названия городов, селений, зимовий, стойбищ, гор, долин, вершин, равнин, рек, озер, родников и др. варварски изменены.

Исторический опыт показывает, что состоится возвращение азербайджанцев на земли предков, временно утерянных на территории Армении. Придет день, когда азербайджанцы из Армении вновь станут владельцами своих исконных земель.

По нашему мнению, долгом каждого азербайджанца должна стать цель – с помощью конкретных фактов раскрыть и показать международному сообществу факт депортации азербайджанцев с их исторической родины в Армении и свершившийся геноцид над географическими названиями, как результат варварской политики армянского национализма.

Это важно еще и потому, что географические названия, имевшиеся в Армении, являются нашими историческими корнями, национальным и духовным богатством азербайджанского народа. Необходимо эти корни и богатство сохранить и донести будущим поколениям. В противном случае, если сохранившиеся в разных источниках топонимы своевременно не собрать, то они исчезают со сцены жизни.

ЛИТЕРАТУРА

АЛЕКБЕРЛИ, А. 1994. Армения – древняя туркоогузская страна. Сабак, Баку.

АЛИЕВ, ДЖ. А., БУДАГОВ, Б.А. 2003. Турки, азербайджанцы, армяне: геноцид исторической правды. Баку.

АРМЯНСКАЯ СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ. т.10, 1976-1987. Ереван.

АРМЯНСКАЯ ССР. 1970. Административно-территориальное деление. Ереван.

БУДАГОВ, Б.А. 1994. Топонимическая память тюркоязычных стран и краев. Элм, Баку.

БУДАГОВ, Б.А., ГЕЙБУЛЛАЕВ, Г.А. 1998. Толковый словарь топонимов азербайджанского происхождения в Армении. Баку.

ГЕЙБУЛЛАЕВ, Г.А. 1992. Древние турки и Армения. Азернешр, Баку.

ЗЕЛИНСКИЙ, С.П. 1886. Экономический быт государственных крестьян в Бамбакском участке и северной части Шарур-Даралагезского участка Александропольского уезда Ереванской губернии. МИЭбГКЗК, т.3, Тифлис.

ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ АЗЕРБАЙДЖАНЦЕВ В АРМЕНИИ. 1995. Составитель С.Асадов. Гянджлик, Баку.

КРАТКИЙ РЕЕСТР ЭЯЛАТА ИРАВАН. 1727 (Исследование, перевод, комментарии и приложения З.М.Буниятова и Г.М.Мамедова). Баш Баканлыг Архиви, Истанбул.

МИРМАХМУДОВА, С.А. 1986. Исследование азербайджанских ойконимов на территории Армянской ССР. Автореф. дис… канд.геогр.наук. Баку.

ПАГИРЕВ, Д.Д. 1913. Алфавитный указатель к пятиверстной карте Кавказского края. Тифлис.

ПАРВИЦСКИЙ, К. 1886. Экономический быт государственных крестьян Новобаязетского, северозападной части Шарура и восточной части Даралагезского уездов Ереванской губернии. МИЭбГКЗК, т.4, Тифлис.

СВОД СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ О НАСЕЛЕНИИ ЗАКАВКАЗСКОГО КРАЯ, ИЗВЛЕЧЕННЫХ ИЗ ПОИМЕННЫХ СПИСКОВ 1886 г. 1893. Тифлис.

ШОПЕН, И. 1852. Исторический памятник состояния Армянской области в эпоху ее присоединения к Русской империи. СПб.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ КАРТЫ

Армянская ССР и Турция. Топографические карты, листы: К-38-XXXIII, К-38-XI, К-38-IV, масштаб 1:200000. 1938. Изд. Главного управления Государственной съемки и картографии, НКВД СССР.

Карта Военно-топографического управления. Листы Ж-8, Ж-9, Ж-10, масштаб «в 1 дюйме 5 верст» (1:210000). 1898. Перепечатано картографической фабрикой ГЕОКАРТПРОМА в Ростове-на Дону на основе исправленных карт материалов.

Карта Кавказа, Азиатской Турции и Персии. Составлена и литографирована в Военно-Топографическом отделе Кавказского Военного Округа, масштаб «в дюйме 40 верст» (1:1680000). Приложение к Кавказскому календарю на 1917 г. Перепечатано в литографии Кавказского Военно-Топографического отдела в 1916 г.

Специальная карта Европейской части СССР с прилегающими государствами. 1929. Управление военных топографов. Лист Степанакерт, масштаб 1:420000.

Карта Европейской части СССР с сопредельными государствами. Военно-Топографическое управление, масштаб 1:1000000. 1929. Лист. Табриз. Изд. Военно-Картографического отдела управления ГУРККА. Тифлис.

Карта ЗФССР, масштаб 1:500000. 1931. ГГУ ВСНХ СССР. Ленинград.

Административно-территориальная карта Армянской ССР. Масштаб 1:600000. 1959. ГУГК СССР. Москва.

Кавказ. Административно-территориальная карта. Масштаб 1:1000000. 1988. ГУГК СССР. Москва.

Карта Армении, Закавказья и С.Азербайджана, масштаб 1:1000000. 1898. *В книге Линча и Освальда «Армения», монография Кавказского Военно-Топографического отдела.* Изд. А.Абегиана (по Линчу и Освальду). Тифлис.

Карта Кавказского Края с обозначением политических границ в конце XVIII столетия. Масштаб «в дюйме 40 верст». 1915. Составлена Канцелярией Наместника Его Императорского Величества на Кавказе. Тифлис.

Физическая карта Армянской ССР. Масштаб 1:600.000. 1955. ГУГК МВД СССР. Москва.

© N.H.Əyyubov, N.B.Paşayeva, 2006

GƏNCƏ-QAZAX İQTİSADİ RAYONU ŞƏHƏRLƏRİNİN FORMALAŞMASI VƏ PERSPEKTİV İNKİŞAFI

N.H.Əyyubov, N.B.Paşayeva

Azərbaycan MEA akad. H.Ə.Əliyev adına Coğrafiya İnstitutu
AZ 1143, Bakı, H.Cavid prospekti, 31

Məqalədə Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunda şəhər məskunlaşmasının formalaşma və inkişaf xüsusiyyətləri araşdırılır. İqtisadi və sosial inkişaf fonunda şəhərlərin və qəsəbələrin demoqrafik inkişafı tədqiq edilir.

Müstəqillik dövründə baş verən ictimai-siyasi, sosial-iqtisadi dəyişikliklərin və gərginliklərin şəhərlərin inkişafına təsiri müəyyənləşdirilir. Onların istinad-dayaq karkasları kimi funksiyalarını yerinə yetirə bilmədikləri aşkarlanır. Mühüm hərbi-strateji mövqeyi ilə əlaqədar şəhər və qəsəbələrin iqtisadi rayon və respublika miqyasında səmərəli funksiya göstəriciləri üçün əsas inkişaf istiqamətləri müəyyənləşdirilir. Gəncə şəhərinə regional mərkəz kimi daha çox əhəmiyyət verilir.

Gəncə-Qazax iqtisadi rayonu Azərbaycan Respublikasının qədim sivilizasiya ocaqlarının təşəkkül tapdığı ərazilərdən biridir. Azərbaycanın ən qədim şəhərlərindən olan Gəncə şəhər kimi VII əsrdə formalaşmışdır. Yaşayış məntəqəsi kimi isə onun tarixi daha qədimdir. Yaranma tarixinə görə regionun ikinci qədim şəhəri Qazaxdır. Bu yaşayış məntəqəsi 1909-cu ildə şəhər statusu almışdır. Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunun digər məntəqələri şəhər statusunu sovet hakimiyyəti illərində qazanmışdır.

Hal-hazırda Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunun şəhər məskunlaşması 11 şəhər və 18 şəhər tipli qəsəbə ilə təmsil olunur. Bunlar respublikanın bütün şəhər və qəsəbələrinin 19%-i deməkdir. Onlarda Azərbaycanın şəhər əhalisinin 500,1 min nəfəri və ya 12%-dən çoxu yaşayır. İqtisadi rayonun ümumi əhalisinin 46%-ni şəhər əhalisi təşkil edir.

Tədqiq etdiyimiz ərazidə şəhər yaşayış məntəqələri qeyri-bərabər paylanmışdır. Onlar əsasən regionun düzən hissəsində, beynəlxalq nəqliyyat yollarının və əsas sosial-iqtisadi potensialın cəmləndiyi ərazidə yerləşirlər. Kürün sağ sahilindən dəniz səviyyəsindən 400-500 metr hündürlüyə qədər olan sahədə bütün şəhər əhalisinin 90%-i, şəhər yaşayış məntəqələrinin isə 65%-ə qədəri cəmlənmişdir. İqtisadi rayonun düzənlik hissəsində Gəncə, Qazax, Tovuz, Ağstafa, Şəmkir, Xanlar, Goranboy, Naftalan şəhərləri və 10 şəhər tipli qəsəbə yerləşir.

İqtisadi rayonun şəhər yaşayış məntəqələrinin formalaşmasına və inkişafına şəhərlərin nəqliyyat-coğrafi mövqeyi əhəmiyyətli təsir etmişdir. Xüsusən də Bakını Tbilisi ilə birləşdirən, 1883-cü ildə çəkilmiş dəmir yolu xətti iqtisadi rayonun xarici və daxili iqtisadi əlaqələrini genişləndirməklə şəhərlərin inkişafında müsbət rol oynamışdır. Təsadüfi deyildir ki, əksər şəhər və qəsəbələr əlverişli nəqliyyat-coğrafi mövqeyə malikdir. Şəhər və qəsəbələrdən 19-nun bilavasitə dəmir yolu əlaqəsi yoxdur, lakin onlardan 8-i dəmir yolu xəttindən cəmi 5-10 km uzaqda yerləşir. Buna baxmayaraq, regionun bütün şəhər və qəsəbələri inkişaf etmiş avtomobil yolu ilə sıx bağlıdır.

Şəhər yaşayış məntəqələrinin sayının çoxalması onların ərazidə sıxlığının artması ilə müşayiət olunmuşdur. Əgər 1920-ci ildə hər 2050 km^2 iqtisadi rayon ərazisinə bir şəhər düşürdüsə, son illərdə bu göstərici 492 km^2, mənimsənilmiş ərazidə isə 241 km^2-ə bir şəhər düşmüşdür. Nisbətən sıx şəhər şəbəkəsinə baxmayaraq, onlar ərazidə qeyri-bərabər yayılmışdır. İqtisadi rayonun şərqində qərbinə nisbətən daha çox şəhər və qəsəbə cəmlənmişdir. Yüksək iqtisadi potensiala malik Gəncə-Daşkəsən sənaye qovşağının burada yerləşməsi şəhər və qəsəbələrin inkişafına həlledici təsir göstərmişdir. Təkcə respublika əhəmiyyətli deyil, həm də beynəlxalq əhəmiyyətli iri sənaye müəssisələrinin burada yerləşməsi Gəncə şəhərinin və onun ətrafının iqtisadi və sosial inkişafına güclü təsir etmişdir. Gəncənin iqtisadi və sosial funksiyasının mürəkkəbləşməsi onun yaxın ətrafının bu funksiyanın müəyyən hissəsini öz üzərinə götürməsinə gətirib çıxrıb. Bu da ətrafdakı şəhər və qəsəbələrin iqtisadi və demoqrafik inkişafına müəyyən kömək etmişdir. İqtisadi rayonun qərbində belə kompleks amillərin olmaması öz mənfi təsirini göstərmişdir.

Dağlıq ərazidə şəhəryaradıcı amillər dağmədən sənayesinin inkişafı, təsərrüfat-təşkilat funksiyası və qismən istirahət-turizm təsərrüfatı

olmuşdur. Daşkəsənin dəmir filizi ehtiyatlarının çıxarılması və onun ilkin emalı Daşkəsən şəhəri və onun ətrafındakı qəsəbələrin formalaşmasına, inkişafına həlledici təsir etmiş, burada sıx şəhər şəbəkəsinin yaranmasına səbəb olmuşdur. Lakin son illərdə (1990-cı ildən sonra) dəmir filizi hasilatının və emalının keçid dövrünün çətinlikləri ilə əlaqədar dayandırılması bu şəhər və qəsəbələrin inkişafına mənfi təsir etməkdədir.

Digər dağlıq ərazilərdə – inzibati cəhətdən Gədəbəy, Şəmkir və Tovuzun dağlıq hissələrində şəhəryaradıcı təsərrüfat sahələrinin olmaması şəhər və qəsəbələrin formalaşmasına mənfi təsir göstərmişdir. Yalnız Gədəbəy şəhərinin inzibati-idarəetmə, sosial-mədəni mərkəz rolunu oynaması onun şəhər kimi inkişafına öz təsirini göstərmişdir.

İqtisadi rayonun şəhər və qəsəbələrinin inkişafına Cənubi Qafqaz respublikaları arasındakı istehsal-iqtisadi, ticarət əlaqələri də yaxşı təsir etmişdir. Əlverişli nəqliyyat-coğrafi mövqe iqtisadi rayonun düzən şəhər və qəsəbələrini Gürcüstanın və Azərbaycanın başqa şəhərləri ilə əlaqələndirir. Ermənistanın həmişə işğalçılıq mövqeyində durması belə əlaqələrin davamlı olmasının qarşısını alır.

Ümumiyyətlə, Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunun qərb hissəsinin üç Cənubi Qafqaz respublikalarının qovşağında yerləşməsi burada urbanizasiya prosesinə müsbət təsir etmiş, mərkəzi Qazax şəhəri olmaqla regionda ikinci lokal şəhər qruplaşmasının yaranmasına səbəb olmuşdur. Qeyd etmək lazımdır ki, iqtisadi rayonun qərbində yerləşən bütün şəhər və qəsəbələr Gürcüstanın Tbilisi-Rustavi aqlomerasiyasının müsbət təsirinə məruz qalmışdır. Xüsusən də sovet hakimiyyəti illərində sıx istehsal-iqtisadi, ticarət, sosial-mədəni əlaqələrin olması şəhər və qəsəbələrin inkişafına müsbət təsir göstərmişdir. Xeyli əmək ehtiyatları Tbilisi və Rustavinin sənaye müəssisələrində işlə təmin olunurdular, hətta onların müəyyən hissəsi daimi yaşayış yerlərini dəyişmədən belə bu prosesdə iştirak edirdilər. Sovetlər İttifaqının dağılması, hər iki respublikanı bürüyən iqtisadi böhran, Gürcüstanın daha çox iqtisadi tənəzzülü, qeyri-stabil ictimai-siyasi ab-hava bu əlaqələrin də zəifləməsinə səbəb oldu.

Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunun şəhər məskunlaşmasının formalaşmasında onların mikro, mezo və makro mövqelərində bu və ya digər dərəcədə rol oynamış və oynamaqdadır.

İqtisadi rayonun şəhərlərinin 90%-nin mikromövqeyi onların ərazicə inkişafına müsbət təsir edir. Yalnız sırf parçalanmış relyefə malik dağlıq ərazidə yerləşən şəhər və qəsəbələrin (məsələn, Daşkəsən və Gədəbəy şəhərləri, Daşkəsən qəsəbəsi və s.) məkanca böyümə imkanları məhduddur. Kəskin parçalanmış relyef, yamacların dikliyi, sürüşmə ehtimalları və s. onların ərazicə inkişaf imkanlarını çətinləşdirir, əlavə xərclər tələb edir. Düzən və dağətəyi ərazilərin şəhər və qəsəbələri isə şəhər tikintisi arealını genişləndirmək imkanına malikdir. İqtisadi rayonun şəhərlərinin formalaşmasında və inkişafında həmçinin onların mezomövqeyi böyük rol oynamışdır. Regionun inzibati mərkəzləri olan əksər böyük şəhərləri, hər rayonun ərazisinin mənimsənilmə və sahəsinin böyüklüyü ilə müəyyən olunan mezomövqeyi şəhəryaradıcı faktor kimi əhəmiyyətli olmuşdur. Bu qəbildən olan bir sıra şəhərlərin istehsal-iqtisadi əlaqələri inzibati rayonların sərhədlərindən kənara çıxmır.

İqtisadi rayonun sənaye-nəqliyyat şəhərlərinin formalaşmasında, daha böyük regionu əhatə edən mezomövqe həlledici rol oynamışdır. Dağmədən, yeyinti sənayesi və nəqliyyat mərkəzi olan şəhərlərin bəziləri (məsələn, Daşkəsən, Gəncə və s.) bunlara aiddir. Daşkəsən Rustavi metallurgiya zavodunu dəmir konsentratı, Gəncə alüminium zavodunu isə alunitlə təmin etmiş və bu istehsal iqtisadi əlaqələr hesabına Daşkəsən özü və ətraf qəsəbələr inkişaf etmişdir.

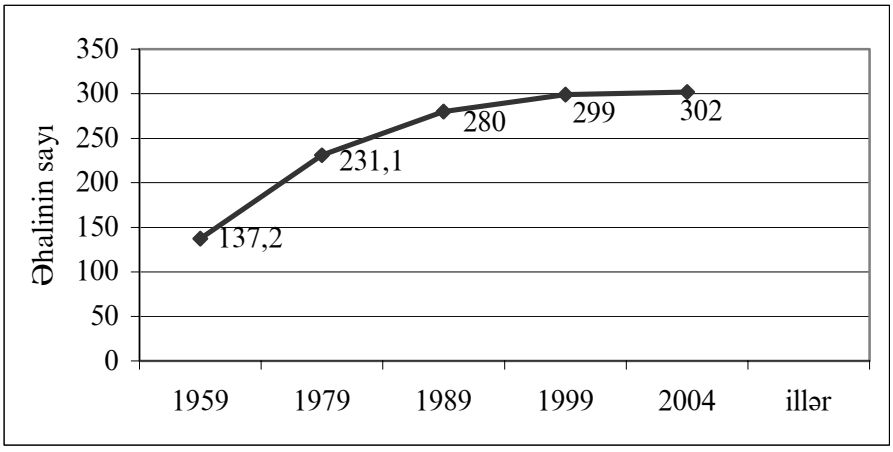
Ağstafa şəhərinin təsərrüfat strukturunda nəqliyyat aparıcı rol oynayır. Əlverişli nəqliyyat-coğrafi mövqe hesabına bütün Cənubi Qafqaz respublikaları ilə istehsal-iqtisadi əlaqələr Ağstafa vasitəsilə həyata keçirilir. Azərbaycan və Qazaxıstandan Qərbi Avropa bazarlarına daşınan xam neftin və müxtəlif neft məhsullarının da buradan keçməsi şəhərin iqtisadi, sosial inkişafında əhəmiyyətli rol oynayır.

Ümumiyyətlə, Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunda şəhər məskunlaşmasında baş verən dəyişiklikləri aşağıdakı cədvəl üzrə izləmək, təhlil etmək olar. Cədvəldən görünür ki, əvvəllər olduğu kimi, hazırda da şəhər məskunlaşmasının çoxunu kiçik şəhərlər- əhalisinin sayı 10 minədək olan şəhər yaşayış məntəqələri təşkil edir. Onların payına, 2003-cü ilin məlumatına görə, 22 şəhər və qəsəbə düşür ki, bu da bütün iqtisadi rayonun şəhər yaşayış məntəqələrinin 75,8%-i deməkdir. Lakin onlarda ümumi iqtisadi rayonun şəhər əhalisinin 18,2%-i yaşayır.

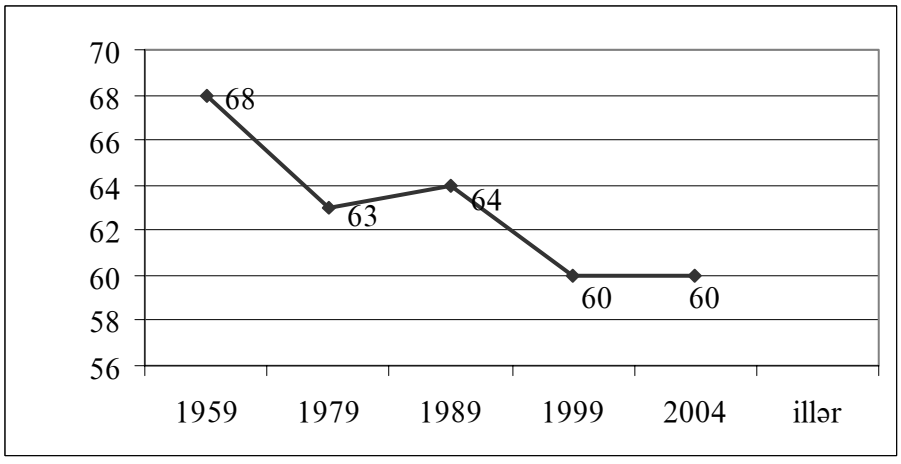
Əhalisinin sayı 10-20 min nəfər olan orta şəhərlər 1979-cu ildən bu kateqoriyaya daxil olmuşdur. Bu qrup şəhərlərə 5 şəhər aiddir. Onlar bütün şəhərlərin 17,3%-ni və şəhər əhalisinin 14,7%-ni özündə cəmləşdirir.

Əhalisinin sayı 20-50 min nəfər olan şəhər kateqoriyasına yalnız Şəmkir şəhəri aiddir. Onun payına bütün şəhər yaşayış məntəqələrinin 3,4%-i və iqtisadi rayon şəhər əhalisinin 70%-i düşür.

Əhalisinin sayı 100-500 min nəfər olan şəhərlər kateqoriyasına yalnız bir şəhər – Gəncə şəhəri aiddir. Onun payına bütün şəhər əhalisinin böyük əksəriyyəti – 60%-i düşür, halbuki Gəncə bütün iqtisadi rayon şəhərlərinin 3,4%-ni təşkil edir. İqtisadi rayonun kiçik və orta şəhərlərinin ətraf ərazilərinin, xüsusən də inzibati rayon miqyasında nisbətən sürətli inkişafı, Gəncə şəhərinin əhalisinin ümumi iqtisadi rayonun şəhər əhalisinin içərisindəki xüsusi çəkisinin azalması ilə müşayiət olunur. Məsələn, əgər 1939-cu ildə Gəncədə ümumi şəhər əhalisinin 79%-i , 1959-cu ildə 68%-i , 1989-cu ildə 63,8%-i yaşayırdısa, 2003-cü ildə bu göstərici 60% olmuşdur (1, 2-ci şəkillər).



1-ci şəkil. Gəncə şəhərində əhalinin sayının dinamikası (min nəfər)



2-ci şəkil. Gəncə şəhəri əhalisinin Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunun şəhər əhalisi içərisində payının dinamikası (%-lə)

Bu və ya digər regionda şəhərlərin formalaşması, inkişafı müəyyən şəraitdə müxtəlif iqtisadi faktorların təsiri nəticəsində baş verir. Məhz bu səbəbdən Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunun şəhərləri müxtəlif funksiyalar yerinə yetirir. İqtisadi rayonun şəhərlərini funksiyalarına görə aşağıdakı kimi qruplaşdırmaq olar:

1. Çoxfunksiyalı; 2. Sənaye şəhərləri: a) hasilat sənayesi və elektroenergetika mərkəzləri, b) emaledici sənaye mərkəzləri; 3. Sənaye-kənd təsərrüfatı; 4. Sənaye və inzibati; 5. Nəqliyyat-sənaye.

Çoxfunksiyalı şəhərə Gəncə aiddir. Burada iqtisadi rayon əhalisinin 30%-ə qədəri yaşayır. Bu tipə aid olan şəhərlər, adətən, iri sənaye, nəqliyyat, maliyyə-kredit, ticarət-paylayıcı, mədəni-maarif mərkəzləri olub, təsirləri daha geniş əraziləri əhatə edir. Onlar həm də inzibati-siyasi mərkəz kimi tanınırlar. Gəncə Azərbaycanın ikinci böyük, Cənubi Qafqazın isə dördüncü sənaye, mədəni-maarif mərkəzi kimi fərqlənir. Keçən əsrin 60-cı illərinə kimi Gəncənin sənaye strukturunun təşəkkülü və inkişafı birtərəfli olub, əsasən yüngül və yeyinti sənayedən ibarət idi. Sonrakı illərdə şəhərin sənaye strukturu köklü surətdə dəyişdi, çoxlu, o dövr üçün mütərəqqi olan yeni sənaye sahələri yarandı. Lakin 1990-cı ildən sonra iqtisadi və sosial, ictimai-siyasi, hərbi-siyasi həyatda baş verən köklü dəyişikliklər, bütün təsərrüfat sahələrində olduğu kimi, şəhərin də iqtisadi bazasında öz əksini tapdı, daha doğrusu, şəhərlərin iqtisadi bazasında geriləməyə səbəb oldu. Məsələn, 1990-2001-ci illər ərzində sənayedə məşğul olan əhalinin sayı 55,6% azaldı, sənayedə işləyənlərin xüsusi çəkisi isə 14%-ə qədər aşağı düşdü.

Gəncə respublikanın həm də ikinci böyük nəqliyyat mərkəzidir. Nəqliyyat sahəsinə əhəmiyyətli miqdarda əmək ehtiyatları cəlb olunmuşdur. Şəhərdən beynəlxalq əhəmiyyətli dəmir yolu və şose yolları keçir. Nəqliyyat amili şəhərin inkiaşfında mühüm rol oynayır. Maddi istehsalın digər sahələri ilə müqayisədə nəqliiyyat sahəsinin həmişə dinamik inkişafı şəhərin inkişafında şəhəryaradıcı faktor kimi müsbət rol oynamışdır.

Gəncənin inkişafında maddi-istehsalla yanaşı, qeyri-istehsal sahəsi də əhəmiyyətli dərəcədə iştirak edir. Bu sahədə səhiyyə, təhsil, elm xüsusilə fərqlənir. Hal-hazırda səhiyyədə çalışanların sayı sənayedə məşğul olan əhalidən sonra ikinci yeri tutur.

Tikinti işlərinə tələbatın böyüklüyü həmişə bu sahədə əhəmiyyətli miqdarda işçi qüvvəsinin çalışmasına səbəb olmuşdur. Əhalinin mənzil-kommunal şəraitini yaxşılaşdırmaq ehtiyacı və yeni sənaye-sosial infrastruktur obyektlərin inşası tikinti sənayesinin davamlı inkişafına səbəb olmaqla şəhərin inkişafına müsbət təsir göstərməkdədir.

Gəncənin təsərrüfat strukturunun yenidən qurulması, mövcud müəssisələrin yeni texnologiyalar hesabına təkmilləşdirilməsi və dünya standartları səviyyəsinə uyğun müxtiəlif çeşidli məhsulların istehsalı şəhərin iqtisadi və sosial inkişqafına müsbət təsir edəcəkdir. Bu baxımdan Gəncə Avtomobil zavodunun işə düşməsi müstəsna rol oynaya bilər.

Hasilat sənayesi mərkəzlərinə Daşkəsən şəhəri (9,4 min nəfər), Alunitdağ, Quşçu qəsəbələri aiddir. Onlar sovet hakimiyyəti illərində şəhər yaşayış məntəqəsi statusu almışlar. Lakin 1990-cı ildən sonra dəmir filizi hasilatının dayandırılması onunla bağlı olan digər infrastrukturların da tənəzzülünə səbəb olmuş və onların inkişafına mənfi təsir etmişdir.

Kür qəsəbəsi (6,5 min nəfər) Şəmkir SES-in tikintisi və fəaliyyəti əsasında yaranmışdır. Onun iqtisadi bazasında və sosial infrastrukturunda bütün digər şəhər və qəsəbələrdən fərqli olaraq tənəzzül müşahidə edilmir.

Emaledici sənaye mərkəziləri kimi yaranan Qazanbulaq, Dəllər və Zəyəm qəsəbələrinin iqtisadi bazasını bir-iki müəssisə təşkil edir. Lakin onların inkişafında da tənəzzül müşahidə edilir. Onların demoqrafik inkişafı çox ləng gedir.

İqtisadi rayonun sənaye-kənd təsərrüfatı şəhərləri qrupuna Qazax (19,0 min nəfər), Şəmkir (35,1 min nəfər), Tovuz (12,8 min nəfər), Xanlar (17,6 min nəfər) və Goranboy (7,1 min nəfər) yaşayış məntəqələri daxildir. Bu şəhərlərin iqtisadi bazasını yüngül, yeyinti və tikinti sənayesi təşkil edir və adı çəkilən istehsal sahələrində əsasən ətraf ərazilərdə istehsal olunan kənd təsərrüfatı məhsulları emal olunur.

Kənd təsərrüfatı-sənaye şəhər yaşayış məntəqələrinə Qovlar (12,4 min nəfər), Vurğun (2,4 min nəfər), Çinarlı (6,3 min nəfər), Nəbiağalı (5,6 min nəfər), Qarayeri (5,5 min nəfər) qəsəbələri aiddir. Burada əsasən kənd təsərrüfatı, qismən sənaye əməyi ilə məşğul olurlar.

Sırf təsərrüfat-təşkilat mərkəzlərinə Gədəbəy (1,8 min nəfər) və Aşağı Ağcakənd (0,2 min nəfər) aiddir. Onlar eyniadlı inzibati rayonların mərkəzi kimi yaranmış və ətraf yaşayış məntəqələrinin uzun müddət təsərrüfat-təşkilat, ticarət-paylayıcı, mədəni-maarif mərkəzləri olmuşlar. Lakin bu funksiya təsərrüfat müəstəqtilliyi veril-

dikdən sonra əhəmiyyətli dərəcədə zəifləmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, inzibati idarəetmə mərkəzi funksiyası bir çox şəhər və qəsəbələrin formalaşmasında, inkişafında mühüm rol oynamışdır. Lakin sosialist təsərrüfat sisteminin dağılması, yeni kapitalist təsərrüfatı-bazar iqtisadiyyatının yaranması insanlara, istehsalçılara fəaliyyət müstəqilliyi verməklə inzibati idarəetmə, təsərrüfat-təşkilat funksiyasının açılmasına səbəb olmuş və bunun şəhəryaradıcı amil kimi rolunun azalmasına gətirib çıxarmışdır.

Nəqliyyat-sənaye şəhərinə eyniadlı inzibati rayonun mərkəzi Ağstafa (12.1 min nəfər) aiddir. Ağstafa şəhəri Gürcüstanla Azərbaycanın son nəqliyyat-təmas məntəqəsi olmaqla yükvurma və boşaltma əməliyyatlarında əhəmiyyətli dərəcədə iştirak edir. Şəhərin sənaye müəssisələrində böyük tənəzzül müşahidə edilsə də, nəqliyyat və onunla bağlı olan sahələrdə dinamik inkişaf müşahidə olunur. Son illərdə yük daşımaların çoxalması, ümumiyyətlə, Avropa-Qafqaz-Asiyanı birləşdirən İpək Yolunun bərpası və onun bilavasitə buradan keçməsi Ağstafanın nəqliyyat qovşağı kimi əhəmiyyətini daha da artırmaqda, şəhərin iqtisadi-demoqrafik inkişafında müsbət rol oynamaqdadır.

İqtisadi rayonda kurort-istirahət məntəqələrinə Naftalan şəhəri və Hacıkənd qəsəbəsi daxildir. Naftalanın əsas şəhəryaradıcı faktoru müalicə neftinə əsaslanan müalicə-sanatoriya müəssisələridir. Hacıkənd qəsəbəsi əlverişli təbii şəraitdə, gözəl meşə landşaftında yerləşərək istirahət-turizm mərkəzidir.

Gəncə-Qazax iqtisadi rayonu şəhərlərinin iqtisadi bazasının iqtisadi-coğrafi təhlili göstərir ki, bütün şəhər və qəsəbələrin iqtisadi və sosial inkişaf səviyyəsi demoqrafik inkişafdan əsaslı surətdə geri qalır. Sənaye əsas şəhəryaradıcı faktor kimi çox zəif inkişaf etmişdir. Ona görə də şəhər və qəsəbələrin müasir təsərrüfat strukturu və müasir inkişaf səviyyəsi onların əsil şəhər yaşayış məntəqələri kimi səmərəli inkişafına mane olur, ətraf ərazilərin istinad-dayaq mərkəzləri kimi normal fəaliyyət göstərməsinə imkan vermir.

Ümumiyyətlə, iqtisadi rayonun şəhər məskunlaşmasının inkişaf xüsusiyyəti və müasir vəziyyəti onların daha səmərəli fəaliyyət göstərməsini təmin etmək üçün aşağıdakı iqtisadi-coğrafi istiqamətlərə əsaslanmağını tələb edir:

1. Şəhər və qəsəbələrin perspektiv inkişafına bu regionun strateji hərbi-coğrafi mövqedə yerləşməsi konteksində baxılmalıdır. Sərhəd coğrafi mövqe, xüsusilə də işğalçı Ermənistanla böyük məsafədə həmsərhəd mövqe bu regionun ölkənin başqa regionları ilə müqayisədə daha sürətli sosial-iqtisadi inkişaf etdirilməsini tələb edir.

2. İqtisadiyyatın yenidən qurulmasına, həyat şəraitinin yaxşılaşdırılmasına kömək etmək üçün müəyyən güzəştlərin verilməsi (xüsusilə də yanacaq-energetika sahəsində) məqsədəuyğundur. Yanacaq və enerji ehtiyatları ilə təminat tam davamlı və ucuz olmalıdır. İqtisadi və sosial dirçəlişdə həlledici rol oynaya bilər.

3. Şəhərlərin təsərrüfat strukturu yüksək əmək tutumlu, müasir tələblərlə ayaqlaşan emaledici sənaye sahələri və müvafiq sosial infrastruktur hesabına təkmilləşdirilməli, iqtisadi və sosial bazaları demoqrafik potensiala uyğunlaşdırılmalı, tarazlı inkişafa nail ounmalıdır. Şəhər və qəsəbələr elə bir iqtisadi və sosial bazaya malik olamalıdırlar ki, onlar bütün ətraf ərazilərin yüksək səviyyəli istinad-dayaq karkasları funksiyasını yerinə yetirə bilsinlər.

4. Dağlıq və Ermənistanla həmsərhəd yaşayış məntəqələrinin müasir demoqrafik inkişaf xüsusiyyəti, sosial-iqtisadi həyat şəraiti əhalinin yerlərdə saxlanılma karkaslarının daha tez yaradılmasını tələb edir.

5. Təkcə Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunun deyil, bütöv Azərbaycanın qərb hissəsində əsas sosial iqtisadi mərkəzi kimi Gəncə şəhərinin sürətli iqtisadi inkişafı təmin edilməlidir. Gəncənin sosial-iqtisadi inkişaf tempi Bakıdan geri qalmamalıdır. Gəncə respublikanın ikinci böyük makroregional mərkəzi statususuna uyğun inkişaf etdirilməlidir. O, həm də respublikanın qərbi ilə şərqi arasındakı əhalinin cəmlənməsi proporsiyasındakı fərqin azaldılmasında müsbət rol oynamalıdır.

ƏDƏBİYYAT

Azərbaycan respublikasının siyahıyaalınması. 1999. I hissə. Səda. Bakı.

Azərbaycan respublikasının konstruktiv coğrafiyası. 2000. II cild.

Azərbaycanın statistik göstəriciləri. 2000. Səda. Bakı.

Azərbaycanın statistik göstəriciləri. 2001. Səda. Bakı.

MEHRƏLİYEV, E.Q., ƏYYUBOV, N.H., M.O. 1988. Azərbaycan SSR-də əhalinin məskunlaşması məsələləri. Elm, Bakı, 99.

Məqaləyə c.e.n. S.Nağıyev rəy vermişdir