© Г.С.Гусейнов, 2008

# ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА ГОШИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (Малый Кавказ)

**Г.С.Гусейнов**

*Министерство Экологии и Природных Ресурсов*
*AZ1073, Баку, ул. В.Агаева, 100А*

Изучением на основании фактического материала основных типоморфных особенностей самородного золота Гошинского месторождения установлено, что размеры частиц золотин изменяются в широких диапазонах – 0,001-0,08 мм, а формы его выделения в зависимости от условий образования разнообразны: пластинчатые, прожилковые, прожилково-вкрапленные, амебообразные, комковидные. Пробность золота изменчива и колеблется от 650 до 980‰. Внутреннее строение золотин однородное, зональное и неясно зональное. Золото в рудах находится в срастании с поздними сульфидными минералами – гесситом, тетрадимитом, петцитом. Все полученные данные свидетельствуют о наложенности и более позднем проявлении золотого оруденения на данном месторождении в гипабиссальных условиях.

В пределах азербайжанской части Малого Кавказа имеются многочисленные золотосодержащие месторождения и рудопроявления, для которых изучена степень золотоносности руд и установлена их перспективность. Однако некоторые вопросы, касающиеся типоморфных особенностей самородного золота месторождений данного региона, не получили своего должного научного освещения, что дало бы дополнительную информацию о генезисе руд, имеющем важное значение при прогнозе и поиске новых месторождений.

В настоящей статье данный вопрос рассмотрен на примере Гошинского золото-сульфидного месторождения.

Гошинское месторождение расположено в пределах Шамкирского антиклинория – Лок-Гарабагской металлогенической зоны Малого Кавказа. В его геологическом строении, участвуют комплекс вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород средней юры, а также прорывающие их мелкие выходы кварц-диоритовых субвулканических тел.

В тектоническом отношении месторождение приурочено к Гоша-Иткрыланской антиклинали второго порядка, занимающей западную часть Ахмедабад-Гошинской антиклинали, к зоне сопряжения одноименного глубинного разлома с системами разрывов субмеридионального и субширотного направлений. Все разрывные нарушения представлены зонами брекчирования и трещиноватости, сопровождающимися пиритизацией, каолинизацией, сульфидизацией пород с золотой минерализацией и вмещающими рудными залежами (Бекташи, Баба-заде, 1986). Богатые золотом участки приурочены к маломощным субмеридиональным разрывным нарушениям, являющимся более поздними структурами, которые пересекают мощные разрывы северо-западного и субширотного направлений.

Золотое оруденение связано с верхнебайосскими кислыми магматическими образованиями: риолитами и риолит-дацитами, а также дайковыми образованиями того же состава.

Главным рудообразующим минералом является пирит. В подчиненных количествах встречаются халькопирит, сфалерит, блеклые руды. Второстепенные минералы представлены самородным золотом, галенитом, арсенопиритом, тетрадимитом, петцитом, гесситом и др. Из жильных минералов встречаются кварц, кальцит. Основными минералами гипергенных руд являются гетит, гидрогетит, лимонит, борнит, ковеллин и др. Выделяются кварц-пиритовая, кварц-золото-теллуридная и кварц-золото-гетит-гидрогетитовая стадии минералообразования.

Для изучения типоморфных особенностей самородного золота Гошинского месторождения использован фактический материал, состоящий из 380 полированных шлифов, изготовленных из первичных и окисленных руд, а также многочисленных зерен золотин, взятых из протолочек рудных проб. Все виды

анализов (спектральный, полуколичественно-спектральный, микрозондовый, локально-микрозондовый) выполнены в соответствующих лабораториях ЦНИГРИ РФ.

На основе микроскопических и аналитических исследований установлены нижеследующее основные типоморфные особенности самородного золота: гранулометрический состав, местонахождение и формы выделения, химический состав и внутреннее строение золотин.

**Гранулометрический состав**. Рассматривая типоморфные особенности самородного золота, нельзя не коснуться размеров его выделений, которые варьируют в весьма широких пределах – от долей микрона до нескольких миллиметров.

Ранее существовало мнение, что золото, имеющее субмикроскопическое выделение, характерно лишь для руд существенно сульфидных формаций (Моисеенко и др., 1974). В настоящее время установлено, что такое золото присутствует практически во всех золоторудных формациях и размеры частиц золотин неизменно увеличиваются от ранних генераций к поздним.

Как известно (Яблокова, 1968), крупность золота является одним из основных факторов, определяющих технологическую схему переработки золотосодержащей руды. Поэтому изучение гранулометрического состава самородного золота имеет важное практическое значение. Так, крупное золото при измельчении руды освобождается от связи с ассоциирующими различными сульфидными минералами, и образующиеся свободные золотины легко улавливаются при гравитационном обогащении. Тонкодисперсное золото, ассоциированное в большинстве случаев с сульфидами ранней генерации, при измельчении руды вскрывается лишь незначительно, основная его часть остается в минералах-носителях, чаще всего в пирите.

Гранулометрический состав самородного золота Гошинского месторождения был изучен с помощью ситового анализа (Ахмедов, Гусейнов, 2002). В результате установлено, что в рудах месторождения гранулометрический состав самородного золота весьма изменчив (0,05 – 0,2 мм) и как в первичных, так и окисленных рудах обогащен золотом.

По мнению исследователей (Ахмедов, Гусейнов, 2002), для первичных руд данного месторождения могут быть достаточно эффективно использованы механические методы обогащения, а для окисленных руд, которые представляют собой труднообогатимое минеральное сырье, следует использовать комбинированные технологии, включающие наряду с механическими и гидрометаллургические способы вскрытия сырья.

При изучении размеров золотин нами рассмотрены многочисленные полированные аншлифы, изготовленные из различных типов руд.

В кварц-пиритовых рудах золото обычно находится в раннем пирите в тонкодисперсном состоянии (0,001-0,01мм), которое легко вовлекается в циклы химического растворения, миграции и повторного отложения в рудах и породах. Относительно крупное выделение золота отмечается в кварц-золото-теллуридовых типах руд (от 0,01-0,03 мм), где золото тесно ассоциируется с поздними сульфидами, в том числе гесситами.

Золото, находящееся в зоне окисления, характеризуется сравнительно большими размерами (0,01-0,065 мм). Укрупнение золотин, возможно, связано с переотложением тонкодисперсного золота из сульфидов ранней ассоциации (Баба-заде и др., 2003). Чтобы извлечь золото из окисленных руд, нужно использовать комбинированные методы обогащения (Шилаев, 1986).

**Местонахождение.** Одним из важных факторов для технологической оценки золотосодержащих руд являются местонахождение и характер ассоциации золота с различными сульфидными минералами, составляющими эти руды. Поэтому изучение данного вопроса имеет большое практическое значение.

В связи с этим особое внимание уделено изучению самородного золота, находящегося в рудах Гошинского месторождения. Для этого был использован фактический материал, собранный автором в данном регионе. При микроскопическом исследовании рассмотрены многочисленные полированные шлифы и монтированные аншлифы, изготовленные из кварц-пиритовых, кварц-золото-теллуридовых, а также окисленных руд. В пирите из кварц-пиритовой стадии

при максимальном увеличении под микроскопом обнаружить золото нам не удалось. Однако по данным анализа атомно-абсорбционной спектрофотометрии мономинеральной фракции пирита было установлено наличие золота от 0,2 до 0,8 *г*/т. Вместе с тем отдельные пробы характеризуются более высокими содержаниями (1,0 – 1,2 *г*/т). По-видимому, это связано с присутствием в некоторых кристаллах пирита более позднего наложенного золота (Масленицкий, 1940). Полученные результаты позволяют предполагать, что ранний пирит содержит золото и оно находится в тонкодисперсном состоянии. Причина необнаружения в полированном шлифе и монтированном аншлифе золота, по-видимому, объясняется формой нахождения его в пирите. Как известно (Крейтер, 1948), в колчеданных месторождениях золото отлагается одновременно с ранней генерацией пирита и находится в кристаллической решетке последнего в тонкодисперсном состоянии. Как видно из вышеизложенного, примерно подобная закономерность отмечается нами и на Гошинском месторождении.

При микроскопических исследованиях установлено, что в рудах кварц-золото-теллуридного типа основная масса золота находится в сростках гессит-петцитовых агрегатов (рис. 1, а). Золото также отмечается в гессите, заключенном в тетрадимите, где оно находится в срастании с кварцем (рис. 1, б). Местами золото располагается в гессите в виде нитевидных прожилков (рис. 1, в). Это свидетельствует о том, что большинство золота кристаллизовалось одновременно с гесситом или же несколько позже него.

Как видно из выше изложенного, в рудах месторождения отмечается совместное нахождение тонкого и микроскопического видимого золота. Тонкодисперсное золото сопровождается сульфидами ранней ассоциации, совместно с которыми оно кристаллизовалось, а относительно крупные выделения золота, как правило, ассоциируются с поздними продуктивными сообществами минералов.

В окисленных рудах золото находится в колломорфных образованиях гетит-гидрогетитового состава, полностью заместивших пирит (рис. 1, г, д, е). Вероятно, оно носит гипергенный характер и образовалось в результате переотложения эмульсионного первичного золота из сульфидов ранней ассоциации.

В кварце золото в основном находится в пылевидном состоянии, иногда заполняет его микротрещины. В минерализованных гидротермальных породах золото, по всей вероятности, находится в самородном виде, в тонкодисперсном состоянии.

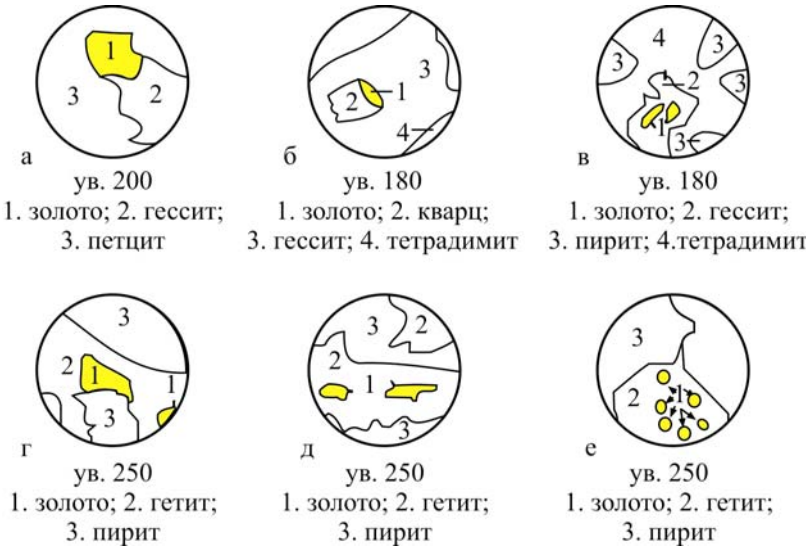



**Рис. 1.** Местонахождение самородного золота

Результаты проведенных исследований позволяют предполагать, что золото на данном месторождении отлагалось в составе минеральных ассоциаций всех стадий минерализации, причем наибольшее его количество связано с начальными стадиями рудообразования. Здесь тонкодисперсное и мелкое видимое золото отлагалось в процессе кристаллизации пирита. Золото поздней ассоциации имеет резко подчиненное значение и сопровождается гессит-петцитовыми агрегатами. А в зоне гипергенеза оно участвует в составе кварц-золото-гетит-гидрогетитовой ассоциации.

Полученные нами данные согласуются с результатами фазового анализа руд Гошинского месторождения. Так, по данным фазового анализа (Ахмедов, Гусейнов, 2002) в рудах данного месторождения 59,7% золота находится в легкодоступных сростках, 11,9% − в гидроокислах железа (гетит, гидрогетит), а малое количество – в сульфидных минералах (6,0%) и в кварце (4,5% )(табл. 1).

Как видно из табл.1, золото в первичных рудах данного месторождения в значительной степени представлено легкодоступными формами, позволяющими обеспечить относительно высокие показатели их извлечения механическими методами обогащения.

Таким образом, характер руд, срастание золота с поздними сульфидами, а также выполнение им микротрещин в кварце и пирите свидетельствуют о наложенности и более позднем проявлении золотого оруденения на Гошинском месторождении.

**Формы выделения**. Формы выделения самородного золота обычно определяются характером его срастаний с ассоциирующими минералами, а также характером трещин, ранее образованных в сульфидных минералах и кварце.

Для определения формы выделения самородного золота на данном месторождении использованы полированные шлифы и монтированные аншлифы, изготовленные из первичных и окисленных руд. Микроскопическими исследованиями установлено, что как в первичных, так и в окисленных рудах золото находится в самородном состоянии и в зависимости от условия отложений и типов руд имеет различные формы выделения.

В кварц-пиритовых рудах золото, как отмечено выше, в ранней генерации пирита находится в тонкодисперсном состоянии. Поэтому определить формы его выделения в этих типах руд невозможно. А в поздней генерации пирита золото имеет каплевидные, овальные и изометричные формы. Такие формы выделения указывают на тесную связь золота с пиритом поздней генерации и в большинстве случаев объясняются осаждающим влиянием последнего на золотоносные растворы более поздних стадий (Петровская, 1973).

***Таблица 1***

Результаты фазового анализа золота и серебра Гошинского месторождения (по данным Ахмедова и др., 2002).

| Форма нахождения золота и серебра | | Распределение, в % отн. | | Истинное содержание, г/т | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Au | Аэ | Ау | Аэ |
| 1. | Свободное с чистой поверхностью | 17,9 | 23,7 | 2,4 | 9,2 |
| 2. | Золото в сростках, сульфиды серебра | 59,7 | 51,5 | 8,0 | 20,0 |
| 3. | Золото и серебро в гидроокислах железа | 11,9 | 6,7 | 1,6 | 2,6 |
| 4. | Золото и серебро, заключенные в сульфидных минералах | 6,0 | 11,9 | 0,8 | 4,6 |
| 5. | Золото и серебро в силикатах и кварце | 4,5 | 6,2 | 0,6 | 2,4 |
| ИТОГО: | | 100 | 100 | 13,4 | 38,8 |

В кварц-золото-теллуридной стадии золото имеет в основном пластинчатые, прожилковые, прожилково-вкрапленные (рис. 2, а, б, в) формы выделения, которые характерны для малоглубинных месторождений (Петровская, 1969).

На изученном месторождении наиболее распространенными рудными минералами окисленных руд являются гидроокислы железа (гетит, гидрогетит), которые развиты по пириту, образуя псевдоморфозы по всем его разновидностям. Местами в гидроокислах отмечается гидрогетит, образовавшийся в основном как более поздний минерал при дегидратации гидроокислов железа (Яблокова, 1968). Золото, заключенное в основном в колломорфно-полосчатых агрегатах гетит-гидрогетитового состава, имеет амебообразные, изометричные и комковидные формы выделения (рис.2 г, д, е), межзерновые пространства и зоны трещиноватости, характерно для малоглубинных условий рудообразования.

В окисленных рудах, кроме вышеперечисленных, также отмечаются губчатые формы выделения и порошковатые скопления золота в гетите. Местами в гетите наблюдаются нитевидные трещинки с золотом, которые секут его в различных направлениях. Эти и другие особенности самородного золота, хотя и косвенно, но еще раз указывают на позднее выделение золотого оруденения на Гошинском месторождении.

**Химический состав**. Подробное изучение химического состава самородного золота позволяет определить его генетические особенности, которые могут быть использованы в качестве прогнозно-поисковых признаков на разных этапах исследований золотоносности месторождений.

Для изучения данного вопроса на месторождении анализировалось определенное количество золотинок из проб-протолочек первичных и окисленных руд. Результаты атомно-абсорбционного анализа показали, что пробность золота изменчивая и колеблется от 690 до 930‰, составляя в среднем 810‰ (по 32 определениям), а модальное значение попадает в диапазон 800-850‰ (рис. 3).

Как известно, изучение пробности золота затрудняется тем, что его состав по месторождению и даже в отдельном рудном теле довольно изменчивый. Поэтому чтобы уточнить пробность золота на данном месторождении, каждая золотина, взятая из проб-протолочек руд, определена микрозондовым анализом. Результаты анализов приведены в таблице 2.

Из табл. 2 следует, что пробность золота варьирует от 650 до 990‰. При этом анализы № 1, 2, 4 и 12 характеризуют зону окисления. Если учесть это, тогда среднее значение пробы золота соответствует 815‰, т.е. близко к значению, рассчитанному по данным атомно-абсорбционного анализа (810‰).

Как известно (Бадалова, Бадалов, 1972), одной из причин колебания пробности золота являются условия формирования руд. Так, начиная с более глубоких горизонтов месторождения, с уменьшением глубины отложения закономерно возрастает содержание серебра в самородном золоте и одновременно уменьшается проба золота, т.е. с глубиной пробность золота, как правило, повышается. Эта закономерность установлена нами на основе сопоставления данных из разных горизонтов месторождения. Так, на нижнем горизонте (1502 м), где сформировались кварц-пиритовые руды, золото находится в раннем пирите в тонкодисперсном состоянии и, как правило, имеет высокую пробность (960-980‰). Руды кварц-золото-теллуридной стадии минерализации, как продуктивные (горизонт 1654 м), характеризуются повышенным содержанием золота. Пробы самородного золота, отобранные из этих типов руд, определены локальным микроспектральным методом. В результате установлено, что самородное золото из руд кварц-золото-теллуридной стадии минерализации имеет высокую пробность (880-930‰).

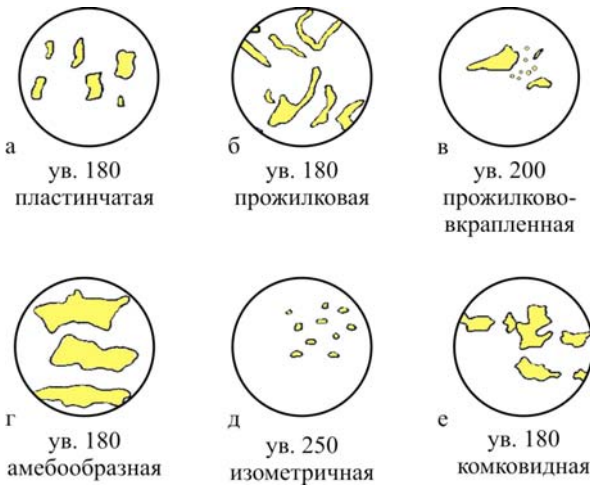



**Рис. 2.** Формы выделения самородного золота

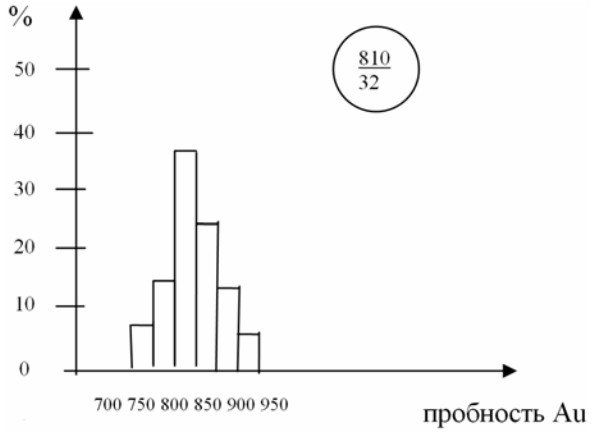



**Рис. 3.** Гистограмма распределения пробности золота по данным атомно-абсорбционной спектрометрии. По оси абсцисс – пробность золота; по оси ординат – частота встречаемости в % отн. В кружке: числитель – пробность (среднеарифметическая); знаменатель – количество анализов.

Элементы примесей самородного золота определены микроспектральным методом. Данным методом установлено, что самородное золото из кварц-золото-теллуридной стадии содержит следующие элементы-примеси (%): Cu (0,008-0,01), Fe (0,01-0,22), Pb (0,003-0,004), Zn (0,001-0,002), Te (0,02-0,05), Sb (0,06-0,08), Bi (0,03-0,04), As (0,002-0,003).

При этом такие элементы-примеси, как Te, Sb и Bi характеризуются относительно повышенным содержанием, что, по-видимому, и повлияло на пробность. Так руды, которые имеют высокое содержание Te, Sb, Bi, как правило, обычно носят высокопробное золото. Объясняется это, видимо, тем, что серебро, в определенных условиях образуя соединения с сурьмой, висмутом и теллуром, выпадает из растворов, а обедненные серебром гидротермы отлагают высокопробное золото (Николаева, Бадалова, 1970).

На верхнем горизонте (1710 м), в гидротермально-измененных зонах широко развиты вкрапленные, вкрапленно-прожилковые типы руд и маломощные кварцевые жилы и прожилки, содержащие определенное количество золота. Пробность золота в этих типах руд по сравнению с предыдущим заметно низкая (680-750‰). Причиной тому, вероятно, является повышенное содержание серебра (25-32‰) в составе самородного золота. Кроме Ag, в составе самородного золота в ничтожных количествах присутствуют такие элементы-примеси, как Cu, Fe, Pb, Te, As, Hg, Sb, Mn. Полученные данные по пробности золота и элементам-примесям позволяют предполагать, что на верхних горизонтах месторождения золото отлагалось в близповерхностных условиях и здесь они в большинстве случаев являются низкопробными.

***Таблица 2***

Состав золотин по данным микрозондового анализа (‰)
(по данным Г.С.Гусейнова, 1989)

| | Au | Ag | Te | Сумма |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 94.3 | 5.6 | 0.01 | 99.91 |
| 2 | 91.4 | 8.6 | 0.02 | 100.02 |
| 3 | 88.6 | 11.3 | 0,03 | 99.93 |
| 4 | 98.6 | 1.4 | 0 | 100.00 |
| 5 | 74.9 | 25.0 | 0,02 | 99.92 |
| 6 | 86.8 | 13.1 | 0,01 | 99.91 |
| 7 | 84.7 | 15.3 | 0 | 100.0 |
| 8 | 65.8 | 34.1 | 0,02 | 99.92 |
| 9 | 86.7 | 13.7 | 0 | 100.00 |
| 10 | 89.4 | 10.5 | 0,03 | 99.93 |
| 11 | 86.8 | 13.2 | 0,02 | 100.02 |
| 12 | 95.2 | 4.8 | 0 | 100.00 |

На месторождении также наблюдается зона окисления, где отмечена совокупность мелкозернистого золота. Большинство зерен золотин, отобранных из зоны окисления, имеет весьма высокую пробу (980‰). Повышенная пробность золота, вероятно, является следствием выщелачивания серебра из самородного золота при переотложении его в зоне окисления. Обращает на себя внимание тот факт, что в самородном золоте практически полностью отсутствуют легколетучие (As, Sb, Hg) элементы-примеси. Одновременно в самородном золоте заметно уменьшается и количество элементов-примесей.

Незначительное количество золотин, отобранных из окисленных руд, по сравнению с предыдущими характеризуется относительно пониженной пробностьюй (830-880‰), что, возможно, связано с уменьшением степени окисления руд с глубиной (Гуреев, Зверева, 1971). Таким образом, в результате изучения химического состава самородного золота установлено, что пробность золота на данном месторождении увеличивается с глубиной. Установленная закономерность может быть использована как прогнозно-поисковый критерий для выявления перспективных участков с промышленными концентрациями золота.

**Внутреннее строение**. Изучение внутреннего строения самородного золота позволяет получить дополнительную информацию о стадийности и этапности рудоотложения, о глубине рудообразования и определении интрарудных и пострудных преобразований руд месторождений (Петровская, 1969). Поэтому не менее важен в практическом отношении вопрос изучения внутреннего строения самородного золота.

Известно, что золото из месторождений различных генетических типов обладает характерной внутренней структурой. Так, для золота из месторождений плутонического типа свойственны зернистые и двойниковые структуры. А золото вулканического происхождения имеет монозернистое, зональное и неяснозональное внутреннее строение.

Учитывая вышеизложенное, автором уделено особое внимание изучению внутреннеего строения самородного золота Гошинского месторождения. Для этого были использованы полированные шлифы и монтированные аншлифы, содержащие золото, а также золотины самородного золота, полученные из проб-протолочек руд. Для выявления внутренних структур золотину подвергали травлению раствором хромового ангидрита в соляной кислоте ($Cr_2O_3 \cdot HCl$). При микроскопическом исследовании установлено, что золото, находящееся в кварц-золото-теллуридном типе руд, имеет однородное внутреннее строение. Если учесть, что вышеназванная минеральная ассоциация содержит теллуридное золото, тогда полученные нами результаты находят свое подтверждение. Так, известно (Росляков и др., 1972,) что теллуридное золото всегда является высокопробным (900-950‰). А высокопробное золото обычно характеризуется однородной внутренней структурой (Петровская, 1970). В некоторых золотинах под микроскопом отчетливо наблюдается зональное и неяснозональное внутреннее строение. Золото, имеющее такую внутреннюю структуру, обычно является низкопробным (680-750‰). Причина проявления в золотинах зональности, вероятно, зависит от состава и содержания элементов-примесей, входящих в состав самородного золота или же от интрарудных и пострудных преобразований руд (Петровская, 1970). Выявленные зональные и неяснозональные структуры золота в вертикальном разрезе рудного тела могут быть признаками для определения глубины эрозионного среза рудных тел.

Кроме вышеупомянутых, в отдельных золотинах, отобранных из зоны окисления, наблюдается монозернистое внутреннее строение. В этих золотинах отсутствует зональная структура. Объясняется это, вероятно, тем, что зональное строение было утрачено в процессе интраминерализованного преобразования золота в зоне гипергенеза.

Таким образом, в результате изучения внутреннего строения самородного золота из данного месторождения установлено, что золото в первичных рудах имеет однородное строение, а золото, испытавшее перекристаллизацию, характеризуется зональной и неяснозональной внутренними структурами, характерными для малоглубинных месторождений вулканогенного происхождения.

Полученные данные по внутреннему строению самородного золота подтверждают мнение о том, что Гошинское месторождение имеет вулканогенное происхождение и фор-

мировалось в условиях малых глубин.

## ВЫВОДЫ

В результате изучения типоморфных особенностей самородного золота Гошинского месторождения можно сделать следующие выводы:

1. Гранулометрический состав самородного золота на данном месторождении довольно изменчив. Так, тонкодисперсное золото (0,001-0,01мм) отмечается в раннем пирите, а относительно крупное золото (0,01-0,08 мм) – в кварц-золото-теллуридовом типе руд и в зоне окисления (0,02-0,065 мм).
2. Золото находится в основном в срастании с поздними сульфидными минералами, что свидетельствует о наложенности и более позднем проявлении золотого оруденения в Гошинском месторождении.
3. В зависимости от условий рудообразования формы выделения самородного золота разнообразны: пластинчатые, прожилковые, комковидные, изометричные, амебообразные.
4. Пробность золота Гошинского месторождения изменчива (650-980‰) и составляет в среднем 815‰, что соответствует умеренновысокой пробности по классификации Н.В.Петровской.

### ЛИТЕРАТУРА


АХМЕДОВ, А.З., ГУСЕЙНОВ, И.В. 2002. Изучить вещественный состав и обогатимость различных типов золото содержащих руд Кошинского месторождения. *Тр. ЦНИГРИ*, Москва, 69-76.

БАБА-ЗАДЕ, В.М., МУСАЕВ, Ш.Д., НАСИБОВ, Т.Н., РАМАЗАНОВ, В.Г. 2003. Золото Азербайджана. Azərb. Milli ensiklopediyası. Баку. 410.

БАДАЛОВА, Р.П., БАДАЛОВ, С.Т. 1972. О пробности золота из эндогенных месторождений и рудопроявлений Узбекистана. *Док. АН СССР, сер. геол.* 173, 4, 914-916.

БЕКТАШИ, С.А., БАБА-ЗАДЕ, В.М. 1986. Металлогенические зоны и рудные районы Азербайджана. В кн.: *Очерки металлогении*. Мецниереба, Тбилиси, 201-213.

ГУРЕЕВ, В.Ф., ЗВЕРЕВА, Е.А. 1971. Особенности поведения золота в зоне окисления вкрапленных пирит-арсенопиритовых руд Кокпатюсского рудного поля (Центральные Кызылкумы). *Тр.ЦНИГРИ*, 1, 96, Москва, 110-117.

ГУСЕЙНОВ, Г.С. 1989. Закономерности медноколчеданных месторождений Сомхито-Карабахской структурно-формационной зоны Малого Кавказа (Азерб. ССР). Канд. диссерт. Баку.

КРЕЙТЕР, В.М. 1948. Размеры частиц золота в сульфидных месторождениях, как признак пострудного метаморфизма. *Изв.АН СССР, сер.геол.,* 1, 159-162.

МАСЛЕНИЦКИЙ, И.Н. 1940. Золото в медных сульфидных рудах Урала. *Цветные металлы,* 8, 67-72.

МОИСЕЕНКО, В.Г., МИХАЙЛОВ, М.А., САХНО, В.Г. 1974. Поведение золота и серебра при осадконакоплении, вулканизме и метаморфизме. Наука. Новосибирск. 192.

НИКОЛАЕВА, Л.А., БАДАЛОВА, Р.П. 1970. Внутренняя структура самородного золота как критерий формирования руд. *Тр. ЦИНТРИ*, 87, Москва, 143-153.

ПЕТРОВСКАЯ, Н.В. 1969. О типоморфизме самородного золота. В кн.: *Пробл. геологии минеральных месторождений, петрологии и минералогии, т.II*. Наука, Москва, 113-117.

ПЕТРОВСКАЯ, Н.В. 1970. Интраминерализационное развитие деформации, перекристаллизации и переотложения минерального вещества при формировании золоторудных месторождений. *Тр. ЦНИГРИ*, 87, Москва, 153-162.

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

РОСЛЯКОВ, Н.В., НЕПЕИНА, А.А., ЦИМБАЛИСТ, В.Г. 1972. Формы нахождения и миграция золота в коре выветривания золото-сульфидных месторождений. В кн.: *Геохимия и условия образования руд золота и редких металлов.* Наука, Новосибирск, 125-138.

ШИЛАЕВ, В.П. 1986. Основы обогащения полезных ископаемых. Наука. Москва. 293.

ЯБЛОКОВА, С.В. 1968. Самородное золото из первичных руд и зоны окисления Куранахского месторождения. *Тр. ЦНИГРИ*, 79, Москва, 153-162.


***Рецензент: академик НАН Азербайджана А.Д.Исмаил-Заде***

# ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА

© Ф.Г.Дадашев, С.А.Джафаров, А.Я.Кабулова, Э.Ф.Алекперов, 2008

## ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ СООТНОШЕНИЯ ИЗОТОПОВ ГЕЛИЯ В ПРИРОДНЫХ ГАЗАХ АЗЕРБАЙДЖАНА

**Ф.Г.Дадашев, С.А.Джафаров, А.Я.Кабулова, Э.Ф.Алекперов**

*Институт геологии НАН Азербайджана*
*AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А*

$^{3}$He в земной коре образуется в $10^{8}$ раз меньше, чем $^{4}$He. Основным поставщиком $^{3}$He является мантия, которая сохраняет первичный гелий. Поэтому отношение $^{3}$He/$^{4}$He в газах свидетельствует о существовании флюидопроводящих зон из магматических очагов. В Азербайджане такими зонами являются минеральные источники Нахчывана, Кяльбаджар, Талыша и грязевые вулканы Ахтала, Восточная Килла-Купра Восточной Грузии.

На основе данных отношения $^{3}$He/$^{4}$He, используя приемы математической статистики, идентифицированы газы изученных регионов и выделены регионы, флюиды которых по отношению $^{3}$He/$^{4}$He считаются сходными или несходными.

В результате корреляционного анализа между тепловым потоком и отношением $^{3}$He/$^{4}$He выявлена положительная связь. В шести исследованных регионах измерен тепловой поток, из коих для пяти наблюдается положительная корреляционная связь между отношением $^{3}$He/$^{4}$He и тепловым потоком.

Высокая миграционная способность и полигенность природных газов затрудняет интерпретацию экспериментальных данных их отдельных компонентов. Поэтому исследователи для решения генетических вопросов ищут новые критерии и методические приемы.

Начатые в 60-70 годах изотопно-геохимические исследования легких элементов, в том числе инертных компонентов и их изотопов, в природных газах позволили получить новые данные в изучении геохимии газов. Как известно, генезис и возможные количества каждого изотопа инертных компонентов ($^{3}$He, $^{4}$He, $^{36}$Ar, $^{38}$Ar, $^{40}$Ar и т.д.) в составе флюидов регулируются законами физики. Поэтому, изучая изотопы инертных компонентов природных газов, можно получить дополнительную информацию о генезисе этих газов. Якуцени В.П. (1968), Толстихин И.Н. (1986), Кононов В.И. (1974) и др., изучая изотопный состав гелия в гидротермах Исландии, в зоне Камчатско-Курильско-Японского островодужного вулканизма, уточнили значения отношения $^{3}$He/$^{4}$He, свойственного верхней мантии, осадочным породам, выяснили гомогенность верхней мантии в отношении $^{3}$He/$^{4}$He, а также установили, что изотопы гелия более надежные и однозначные, чем другие инертные компоненты. Таким образом, можно сказать, что изотопный состав гелия в газах относится к категории следствий, свидетельствующих о существовании магматических очагов и флюидопроводящих нарушенных зон.

После установления этих критериев представлялось интересным исследовать изотопный состав гелия в природных газах территории Азербайджана, куда входят: предгорные прогибы, альпийский ороген, межгорные впадины, многочисленные крупные дислокации кавказского и антикавказского направлений, зона с мощным осадочным чехлом, нефтегазовые залежи, грязевые вулканы и спонтанные выделения газов горячих и холодных минеральных источников в горной части региона (Алиев, Кабулова, 1980; Дадашев, Кабулова, 2003).

Как установлено вышеуказанными исследованиями (Кононов и др., 1974; Толстихин, 1986), там, где присутствует достаточно - мощный ненарушенный осадочный чехол, основным источником гелия являются слагающие его породы.

Данные Алиева Ад.А., Дадашева Ф.Г. и др. с этой позиции подтверждают представление о том, что основным источником гелия грязевых вулканов [$(^3He/^4He)_{сред}\approx(18\pm10)\times10^{-8}$] и нефтегазовых залежей Нижнекуринской впадины [$(^3He/^4He)_{сред}\approx(28\pm6)\times10^{-8}$], Абшеронского НГР [$(^3He/^4He)_{сред}\approx(11\pm7)\times10^{-8}$)], Шамаха-Гобустанского НГР [$(^3He/^4He)_{сред}\approx(7\pm3)\times10^{-8}$] являются слагающие его осадочные породы (табл. 1). Исходя из этих данных, может быть сделан вывод о коровом (метаморфогенном, биогенном и т.д.) генезисе основных компонентов газов.

Как видно из представленных значений, отношение $^3He/^4He$ для Шамаха-Гобустанского НГР меньше, чем для соседних регионов Абшеронского и Нижнекуринского НГР (табл. 1).

В минеральных источниках Талышской зоны (Бюлюдюль, Галаби, Исти-су, Билабад) изотопный состав гелия изменяется в пределах: $^3He/^4He=(2\div6)\times10^{-6}$. Такой изотопный состав гелия связан с тем, что в Талышской зоне наряду с дизъюнктивными дислокациями в северо-западном направлении наблюдаются антикавказские разрывные линии, которые оказались наложенными на общекавказские, к узлам сопряжения этих линий приурочиваются многодебитные термальные источники. Поэтому можно сказать, что формирование термальных вод Талышской складчатой системы, в составе которых растворен гелий с таким изотопным составом, обусловлено активными тектоническими подвижками и магматической деятельностью в нижне-верхнетретичное время. Таким образом, расположение магматических образований и флюидопроницаемость главных разломов подтверждается изотопным составом гелия.

Изотопный состав гелия минеральных источников Нахчыванской зоны меняется от $1,4\times10^{-6}$ до $2,9\times10^{-6}$, что свидетельствует о том, что зона развития минеральных источников связана с разрывными нарушениями и глубокими разломами.

Зона развития Нахчыванских минеральных источников Дарыдаг, Бойахмед, Лягатекач, Сираб, Нагаджир, Сурамалыг и скважины, пробуренные около этих источников, связаны тектонической полосой, которая характеризуется развитием интенсивной складчатости, осложненной разрывными нарушениями и глубокими разломами с экструзиями, которые проходят по юго-восточному крылу синклинали, находящейся между селениями Сурамалыг и Сираб (Азизбеков, 1961).

Учитывая геологическую структуру района, Дарыдагские минеральные воды характеризуются как пластово-трещинные, циркулирующие в отложениях вплоть до палеозойских, где прогреваются и обогащаются $CO_2$.

В Кяльбаджарском регионе изучен изотопный состав гелия в двух минеральных источниках: Исти-су и Ширланских. В этих источниках отношение $^3He/^4He=1,4\times10^{-6}$.

Кяльбаджарская наложенная мульда, с которой связаны эти источники, значительно отличается от многих структур Малого Кавказа. Важную роль в образовании Кяльбаджарской мульды играли поперечно-ориентированные сбросы и глубинные разломы, достаточно активные на неотектоническом этапе. Источник Исти-су приурочен к разрывам северо-восточного простирания, рассекающим метаморфизованную туфогенную толщу нижнего эоцена (Кашкай, 1952).

Характерным тектоническим элементом Восточно-Гарабагского хребта является надвиг, где среднеюрские толщи надвинуты на меловую. Вдоль надвиговой зоны располагаются Ширланские и др. минеральные источники.

Высокое отношение $^3He/^4He$ ($^3He/^4He = (1\div2)\times10^{-6}$) зафиксировано в газах грязевых вулканов Ахтала, Килла-Купра. Впадина, в пределах которой расположены эти грязевые вулканы, зажата между антиклинориями Большого и Малого Кавказа и является раздробленной и подвижной, а также значительно более проницаемой для глубинных газов.

***Таблица 1***

Изотопные отношения гелия в природных газах Азербайджана, Восточной Грузии, Юго-Западной Туркмении и Керчь-Тамани

| Источники газа | Местоположение | Наименование | $^3He/^4He \times 10^{-8}$ | $^3He/^4He_{сред} \times 10^{-8}$ |
|---|---|---|---|---|
| Нефтегазовые залежи | Абшеронский НГР | Гарадаг, VIII | 9,0 | |
| | Нижнекуринский НГР | Кюрсянгя, I<br>Кюровдаг, IV, VIII<br>Нефтчала, ПТ | 20<br>35<br>30 | 28±6 |
| Грязевые вулканы | Абшеронский НГР | Абих<br>Бог-Бога<br>Локбатан<br>Шорбулаг | 9,7<br>3,3<br>23<br>6,8 | 11±7 |
| | Шамаха-Гобустанский НГР | Айрантекан<br>Дашгиль<br>Бахар<br>Готурдаг<br>Чеилдаг<br>Дашмардан<br>Арзани-Клыч<br>Сара-Бога | 6,2<br>5,8<br>4,5<br>2,8<br>15,0<br>6,2<br>8,3<br>3,0 | 7±3 |
| | Нижнекуринский НГР | Бяндован<br>Хамамдаг<br>Б.Мишовдаг<br>Б.Харами<br>М.Харами<br>Ахтарма-Пашалы | 5,0<br>27,0<br>12,0<br>26,0<br>9,0<br>30,0 | 18±10 |
| | Междуречье Куры и Габырры | Полпой-Тепе | 53,0 | |
| Минеральные источники | Нахчыван | Сираб<br>Сираб (мышьяковый)<br>Дарыдаг<br>Сурамалыг<br>Бойахмед | 290<br>150<br>250<br>140<br>140 | 194±63 |
| Скважины, пробуренные около источников | | Сираб<br>Лягатекач<br>Сурамалыг<br>Нагаджир | 110<br>250<br>110<br>85 | 139±65 |
| Минеральные источники | Кяльбаджар | Ширлан<br>Исти-су | 140<br>140 | 140 |
| | Талыш | Бюлюдюль<br>Галаби<br>Исти-су<br>Билабад | 600<br>250<br>200<br>200 | 312±167 |

***Продолжение табл. 1***

| Источники | Местоположение | Наименование | $^3He/^4He\times10^{-8}$ | $^3He/^4He_{сред}\times10^{-8}$ |
|---|---|---|---|---|
| Грязевые вулканы | Восточная Грузия | Аладжик<br>С. Тюлки-Тепе<br>Ю. Тюлки-Тепе<br>Ахтала<br>В. Килла-Купра | 51<br>49<br>55<br>122<br>200 | 95±59 |
| | Юго-Западная Туркмения | Западный Порсугель<br>Небитдаг<br>Кеймир<br>Гек-Патлауг | 27,0<br>16,4<br>6,6<br>8,3 | 15±8 |
| | Керчь-Тамань | Карабетова<br>Южно-Бугазская Сопка<br>Олденбургского<br>Сопка Трубецкого<br>Сопка Андрусова<br>Источник Бегол<br>Приозерная Площадь | 6,2<br>5,1<br>6,0<br>6,8<br>5,5<br>4,3<br>4,4 | 6±2 |

Экспериментальные данные по изотопии гелия представляют большой интерес и могут быть использованы для идентификации газов разных источников из разных регионов. Как известно, в математической статистике для идентификации двух нормальных выборок (т.е. однородности выборок и значимости различий между ними) используется величина среднего критерия сравнения средних значений в двух нормальных совокупностях («двухвыборочный критерий t»):

$$t = \frac{X - Y}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_x^2 + (n_2 - 1)S_y^2}{n_1 + n_2 - 2}}}\sqrt{\frac{n_1 \times n_2}{n_1 + n_2}} \quad (1)$$

где: $t$ – *двухвыборочный t - критерий*;

$n_1, n_2$ – *число экспериментальных данных*;

$\bar{X}$, $\bar{Y}$ – *выборочные средние*;

$S_x^2$, $S_y^2$ – *выборочные дисперсии*;

$\alpha$ – *уровень значимости*;

$$\bar{X} = \frac{1}{n_1}\sum_{i=1}^{n_1} X_i, \qquad \bar{Y} = \frac{1}{n_1}\sum_{i=1}^{n_1} Y_i$$

$$S_x^2 = \frac{1}{n_1 - 1}\sum_{i=1}^{n_1}(X_i - \bar{X})^2$$

$$S_Y^2 = \frac{1}{n_1 - 1}\sum_{i=1}^{n_1}(Y_i - \bar{Y})^2$$

Для идентификации двух выборок «двухвыборочный t-критерий» вычисляется по формуле (1) (Мюллер и др., 1982), при уровне значимости 0,05 и числе степеней свободы $m=n_1+n_{2,3...}$ находим $t_m$ = =0,975. Если абсолютное значение $|t| > t_{m:1-\frac{a}{2}}$, это означает, что по величине среднего изотопного состава гелия сравниваемые выборки относятся к разным генеральным совокупностям, т.е. статистически разнородны, а если $|t| \le t_{m:1-\frac{a}{2}}$, тогда они статистически неразличимы (однородны), и соответствующие структуры могут по среднему изотопному составу гелия считаться сходными. Результаты этих сравнений приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы, из сравниваемых источников разных регионов грязевые вулканы Нижнекуринской впадины и Шамаха-Гобустана (t=2,83; $t_{m:1-\frac{a}{2}} = 2{,}179$), Восточной

Грузии и Нижнекуринской впадины (t=2,86; $t_{m:1-\frac{a}{2}} = 2{,}262$ ), Керчь-Тамани и Восточной Грузии (t=3,66; $t_{m:1-\frac{a}{2}} = 2{,}228$ ) по величине средне-сравниваемых выборок относятся к разным генеральным совокупностям, т.е. статистически разнородны, и, следовательно, условия формирования изотопного состава гелия в флюидах этих структур (флюидопроницаемость нарушений, терригенный материал глубокозалегающих отложений, в которых образуется $^4$He и др.) существенно различны.

Источники других регионов, например: грязевые вулканы Абшерона и Нижнекуринской впадины (t=1,13; $t_{m:1-\frac{a}{2}} = 2{,}31$), грязевые вулканы и нефтегазовые месторождения Нижнекуринской впадины (t=l,42; $t_{m:1-\frac{a}{2}} = 2{,}36$ ), минеральные источники Нахчывана и скважины, пробуренные около источников (t=l,13; $t_{m:1-\frac{a}{2}} = 2{,}36$ ), минеральные источники Талыша и Нахчывана (1=1,3; $t_{m:1-\frac{a}{2}} = 2{,}36$ ), минеральные источники Кяльбаджар и Талыша (t=l,19; $t_{m:1-\frac{a}{2}} = 2{,}78$ ), Кяльбаджар и Нахчывана (t=1,02; $t_{m:1-\frac{a}{2}} = 2{,}57$ ) статистически неразличимы, и соответствующие структуры могут по среднему изотопному составу гелия считаться сходными.

Таким образом, можно сказать, что такое сходство можно рассматривать как указание на то, что в сравниваемых регионах флюидопроницаемость глубокозалегающих отложений и магматических пород, в результате которых из этих отложений флюидопоток достигает земной поверхности и выносит $^4$He и $^3$He, почти одинакова.

***Таблица 2***

Критерии сравнения средних значений в двух нормальных совокупностях («двухвыборочный t-критерий»)

| Источники газов | $(^3He/^4He)_{сред} \times 10^{-8}$ | $S^2$ | n | T | $t_{m:1-\frac{a}{2}}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Грязевые вулканы Нижнекуринской НГР<br>Нефтегазовые месторождения Нижнекуринской НГР | 18<br>28 | 115<br>58,5 | 6<br>3 | 1,42 | 2,365 |
| Грязевые вулканы Абшеронской НГР<br>Грязевые вулканы Нижнекуринской НГР | 10,7<br>18 | 74,1<br>115 | 4<br>6 | 1,13 | 2,306 |
| Грязевые вулканы Нижнекуринской НГР<br>Грязевые вулканы Шамаха-Гобустанской НГР | 18<br>6,5 | 115<br>15,4 | 6<br>8 | 2,83 | 2,179 |
| Грязевые вулканы Восточной Грузии<br>Грязевые вулканы Нижнекуринской НГР | 95,4<br>18 | 4351<br>115 | 5<br>6 | 2,86 | 2,262 |
| Грязевые вулканы Восточной Грузии<br>Грязевые вулканы Керчь-Тамани | 95,4<br>5,5 | 4351<br>0,87 | 5<br>7 | 3,66 | 2,228 |
| Минеральные источники Нахчывана<br>Скважины, пробуренные около источников | 194<br>139 | 5045<br>5640 | 5<br>4 | 1,13 | 2,365 |
| Минеральные источники Талыша<br>Минеральные источники Нахчывана | 312,5<br>194 | 37291<br>5045 | 4<br>5 | 1,3 | 2,365 |
| Минеральные источники Кяльбаджар<br>Минеральные источники Талыша | 140<br>312,5 | 0<br>37291 | 2<br>4 | 1,19 | 2,776 |
| Минеральные источники Кяльбаджар<br>Минеральные источники Нахчывана | 140<br>194 | 0<br>5045 | 2<br>5 | 1,02 | 2,57 |

С другой стороны, изучение распространения кондуктивного теплового потока привело к выявлению закономерных различий между разными тектоническими структурами по величине важнейшего геофизического параметра – глубинного теплового потока. Было установлено, что величина глубинного теплового потока связана с возрастом тектономагматической активности, возрастая от древних структур к молодым. Интерпретация этой зависимости привела к созданию различных геотермических моделей, предполагающих существование в недрах локализованных в пространстве и времени источников тепла. Реальная природа таких источников выяснилась после того, когда были сопоставлены вариации распространения индикаторов массопотока: геофизического – кондуктивного теплового потока и геохимического – изотопного состава гелия, и обнаружилось, что вариации распространения обоих компонентов совершенно аналогичны. Оба параметра достигают абсолютного регионального максимума в одних и тех же древнейших тектонических элементах земной коры и отражают тектоническую специфику исследуемых регионов. Такие регионы выявлены на Большом, Малом Кавказе, в Куринской и Рионской депрессиях в Закавказье (Миллер и др., 1965; Матвеева и др., 1978).

Для выяснения непосредственного соотношения между этими параметрами была сопоставлена их величина, наблюдаемая в одних и тех же конкретных пунктах разных тектонических провинций, при этом наблюдался синхронный характер изменения обоих параметров в геологическом времени, что ясно показывает, что их величины в двух разных аспектах – геологическом и геофизическом – характеризуют один и тот же геологический процесс.

Геохимическая сторона этого процесса указывает на то, что он связан с массопотоком из остывающих магматических пород, который выносит из них остаточный первичный $^3$He и одновременно транспортирует тепло. Для более ясного выяснения связи между этими параметрами их соотношение исследовалось с помощью известных методов математической статистики (Матвеева и др., 1978), корреляционный анализ выявил между сравниваемыми параметрами наличие тесной положительной связи – $\eta_{X/Y} = \eta_{Y/X} = 0{,}72$. Поэтому очень интересно сравнение этих параметров и для источников Азербайджана. Среди регионов, для которых изучен изотопный состав гелия, в шести по данным Кашкая М.А. и Алиева С.А. (1974) измерен тепловой поток, и для этих регионов вычислен выборочный коэффициент корреляции по формуле:

$$r_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2}}, \qquad (3)$$

где:

$r_{XY}$ – *выборочный коэффициент корреляции*;

$\bar{X}$, $\bar{Y}$ – *выборочные средние*;

$n$ – *число экспериментальных данных*;

$\alpha$ – *уровень значимости*;

$$\bar{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i, \qquad \bar{Y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Y_i$$

Если выборочный коэффициент корреляции, вычисленный по формуле (2), больше, чем коэффициент корреляции, найденный для $m=n-2$ и $q = 1 - \frac{\alpha}{2}$ из работы Мюллера и др. (1982), где m – число, получаемое при вычитании 2 от суммы экспериментальных данных ($n_1+n_{2,3\ldots}$), тогда между сравниваемыми случайными величинами существует корреляционная связь. Наоборот, если выборочный коэффициент корреляции меньше, чем коэффициент корреляции из работы Миллера и др. (1982), тогда между сравниваемыми случайными величинами корреляционная связь отсутствует. Как видно из таблиц 3, 4, для нефтегазовых месторождений Нижнекуринской впадины выборочный коэффициент корреляции меньше, чем коэффициент корреляции: $r_{xy}$=0,56; $r_{4:0,975}$=0,81. На основе этого можно сказать, что для этих нефтегазовых месторождений между изотопным составом гелия и тепловым потоком корреляционная связь отсутствует. Возможно, это связано с тем, что

интенсивное прогибание в Южно-Каспийской впадине началось в раннем плиоцене и в четвертичное время продолжалось в нарастающем темпе.

Скорость осадконакопления в плиоцене достигла лавинных значений: 1,8 км/млн. лет. Скорость накопления осадков является одним из факторов, определяющих тепловой режим осадочных бассейнов. При лавинных скоростях седиментации происходит сильное затухание глубинного теплового потока (Мухтаров, 2003).

Грязевой вулканизм резко меняет проницаемость земной коры, создавая особенно благоприятные условия для разгрузки самых глубинных подземных флюидов. Это ярко проявляется в изотопном составе содержащегося в них гелия и тепловом потоке.

Как видно из таблицы 4, для грязевых вулканов Нижнекуринской впадины, Абшерона, Восточной Грузии, Керчь-Тамани и для скважин, пробуренных вблизи минеральных источников, $r_{xy}>r_n$:0,975, т.е. наблюдаемые связи между $^3He/^4He$ и тепловым потоком для других регионов применимы и к вышеотмеченным объектам (Толстихин, 1986). Это еще раз говорит о том, что изотопный состав гелия и тепловой поток, внешне разнородные показатели, связаны глубокой внутренней связью и образуются в результате распада радиоактивных изотопов осадочных пород глубокозалегающих отложений.

***Таблица 3***

Средние значения отношения $^3He/^4He$

| Регионы | Источники | | $^3He/^4He\times10^{-8}$ | $^3He/^4He_{ср}$ | $Y_i - \bar{Y}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Талыш | минеральные источники | Бюлюдюль | 600 | 312,5 | 287,5 |
| | | Галаби | 250 | | 62,5 |
| | | Исти-су | 200 | | 112,5 |
| | | Билабад | 200 | | 112,5 |
| Нижнекуринская впадина | нефтегазовые месторождения | Кюрсянгя I | 20 | 28 | 8 |
| | | Кюровдаг IV | 35 | | 7 |
| | | Нефтчала | 30 | | 2 |
| | грязевые вулканы | Бяндован | 5,0 | 18 | 13 |
| | | Хамамдаг | 27,0 | | 9 |
| | | Б.Мишовдаг | 12,0 | | 6 |
| | | Б.Харами | 26,0 | | 8 |
| | | М.Харами | 9,0 | | 9 |
| | | Ахтарма-Паша | 30,0 | | 12,0 |
| Абшерон | грязевые вулканы | Абих | 9,7 | 10,7 | 1,0 |
| | | Бог-Бога | 303 | | 7,4 |
| | | Локбатан | 23 | | 12,3 |
| | | Шорбулаг | 6,8 | | 3,9 |
| Восточная Грузия | Грязевые вулканы | Аладжик | 51 | 95,4 | 44,4 |
| | | С.Тюлки-Тепе | 49 | | 46,4 |
| | | Ю.Тюлки-Тепе | 55 | | 40,4 |
| | | Ахтала | 122 | | 26,6 |
| | | В.Килла-Купра | 200 | | 104,6 |
| Керчь-Тамань | Грязевые вулканы | Сопка Олденбургского | 6,0 | 5,7 | 0,3 |
| | | Сопка Трубецкого | 6,8 | | 1,1 |
| | | Источник Бегол | 4,3 | | 1,4 |
| | | Южно-Бегозская | 5,1 | | 0,6 |
| | | Карабетова | 6,2 | | 0,5 |

***Таблица 4***

Средние значения теплового потока

| Регионы | Источники | | q, мВт/м$^2$ | $q_{ср}$ | $X_i - \bar{X}$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Талыш | скважины | скв.2 | 83,8 | 68,1 | 15,7 | $r_{xy}$=0,94 $r_{6:0,0975}$=0,71 |
| | | скв.5 | 62,85 | | 5,25 | |
| | | скв.8 | 62,85 | | 5,25 | |
| | | скв.13 | 62,85 | | 5,25 | |
| Нижнекуринская впадина | нефтегазовые месторождения | Кюрсянгя I гор. ПТ | 28,5 | 0,8 | 2,3 | $r_{xy}$=0,56 $r_{4:0,0975}$=0,81 |
| | | Кюровдаг IV гор. ПТ | 27 | | 3,8 | |
| | | Нефтчала | 37 | | 6,2 | |
| | грязевые вулканы | Бяндован | 39 | 0 | 9 | $r_{xy}$=0,96 $r_{10:0,0975}$=0,57 |
| | | Хамамдаг | 37 | | 7 | |
| | | Б.Мишовдаг | 25 | | 5 | |
| | | Б.Харами | 27,2 | | 2,8 | |
| | | Ахтарма-Паша | 26 | | 4 | |
| | | М.Харами | 25 | | 5 | |
| Абшерон | грязевые вулканы | Абих | 65 | 2,25 | 7,25 | $r_{xy}$=0,90 $r_{6:0,0975}$=0,71 |
| | | Бог-Бога | 67 | | 5,25 | |
| | | Локбатан | 86 | | 14,25 | |
| | | Шорбулаг | 71 | | 1,25 | |
| Восточная Грузия | грязевые вулканы | Аладжик | 69 | 71,4 | 2,4 | $r_{xy}$=0,77 $r_{8:0,0975}$=0,63 |
| | | С.Тюлки-Тепе | 73 | | 1,6 | |
| | | Ю.Тюлки-Тепе | 75 | | 3,6 | |
| | | Ахтала | 70 | | 1,4 | |
| | | В.Килла-Купра | 70 | | 1,4 | |
| Керчь-Тамань | грязевые вулканы | Сопка Олденбургского | 35 | 45,2 | 10,2 | $r_{xy}$=0,70 $r_{8:0,0975}$=0,63 |
| | | Сопка Трубецкого | 58 | | 13,2 | |
| | | Источник Бегол | 42 | | 3,2 | |
| | | Южно-Бегозская | 51 | | 5,8 | |
| | | Карабетова | 40 | | 5,2 | |

**Выводы:**

1. Между тепловым потоком и изотопным составом гелия нефтегазовых месторождений Нижнекуринской впадины корреляционная связь отсутствует.

2. Между тепловым потоком и изотопным составом гелия газов грязевых вулканов Нижнекуринской впадины, Абшерона, Восточной Грузии, Керчь-Тамани и скважин, пробуренных вблизи минеральных источников Нахчывана, наблюдается положительная корреляционная связь.

Сравнивая источники разных регионов на основе “двухвыборочного t-критерия”, можно сказать:

3. Грязевые вулканы Нижнекуринской впадины и Шамаха-Гобустана; Восточной Грузии и Нижнекуринской впадины; Керчь-Тамани и Восточной Грузии статистически разнородны, т.е. условия формирования изотопного состава гелия в них существенно различны.

4. Грязевые вулканы Абшерона и Нижнекуринской впадины; нефтегазовые месторождения и грязевые вулканы Нижнекуринской впадины; минеральные источники Нахчывана и скважины, пробуренные около источников; минеральные источники Талыша и Нахчывана, Кяльбаджар и Талыша; Кяльбаджар и Нахчывана статистически неразличимы, т.е. условия формирования изотопного состава гелия в них сходные.

Авторы считают приятным долгом выразить признательность за консультации по математической обработке экспериментальных данных доктору геол.-минер. наук Бабаеву Ш.А.

**ЛИТЕРАТУРА**

АЗИЗБЕКОВ, Ш.А. 1961. Геология Нахичеванской АССР. Госгеолтехиздат. Москва. 161-199.

АЛИЕВ, АД.А, КАБУЛОВА, А.Я. 1980. Изотопы гелия в газах грязевых вулканов Азербайджана. *ДАН Аз.ССР*, XXXVI, 3.

ДАДАШЕВ, Ф.Г., КАБУЛОВА, А.Я. 2003. Изотопы гелия в природных газах Азербайджана. *Известия НАНА, Науки о Земле*, 2, 3-9.

КАШКАЙ, М.А., АЛИЕВ, С.А., ТАГИЕВ, И.И. 1968. Гипотермальная зона Масаллы-Ленкорань-Астара. *Известия АН Азерб.ССР. Науки о Земле*, 3, 3-18.

КАШКАЙ, М.А., АЛИЕВ, С.А. 1974. Тепловой поток в Куринской депрессии. Глубинный тепловой поток в Европейской части СССР. Киев. 95-109.

КАШКАЙ, М.А. 1952. Минеральные источники Азербайджана. АН Аз. ССР. Баку. 5-100.

КОНОНОВ, В.И., МАМЫРИН, Б.А., ПОЛЯК, Б.Г. и др. 1974. Изотопы гелия в газах гидротерм Исландии. *Докл. АН СССР*, 217, 1, 172-175.

МАТВЕЕВА, Э.С., ТОЛСТИХИН, И.Н., ЯКУЦЕНИ, В.П. 1978. Изотопно-гелиевый критерий происхождения газов и выявления зон неотектогенеза (на примере Кавказа). *Геохимия,* 3, 307-316.

МИЛЛЕР, Р. и др. 1965. Статистический анализ в геологических науках. Мир. Москва. 470.

МУХТАРОВ, А.Ш. 2003. Некоторые аспекты формирования поля в Каспийском регионе. *Труды Института геологии*, 31, 141-147.

МЮЛЛЕР, П., НОЙМАН, П., ШТОРМ, Р. 1982. Таблицы по математической статистике. Статистика. Москва. 128-167.

ТОЛСТИХИН, И.Н. 1986. Изотопная геохимия гелия, аргона и редких газов. Наука. Москва. 136.

ЯКУЦЕНИ, В.П. 1968. Геология гелия. Недра. Ленинград. 33-135.

***Рецензент: член-корр. НАН Азербайджана А.А.Фейзуллаев***

© Y.H.Qənbərov, M.S.İbrahimli, 2008

# ORTA VƏ AŞAĞI KÜR ÇÖKƏKLİKLƏRİNDƏ QEYRİ-ANTİKLİNAL TƏLƏLƏRİN SEYSMOGEOLOJİ MODELLƏRİ, TƏSNİFATI VƏ NEFT-QAZ PERSPEKTİVLİYİNİN QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

**Y.H.Qənbərov, M.S.İbrahimli**

*Geofizika ETI*
*AZ1012, Bakı, Moskva prosp.,73*

Məqalədə Orta və Aşağı Kür çökəkliklərində seysmik kəşfiyyatla aşkar olunmuş qeyri-antiklinal neft-qaz tələlərinin növündən (litoloji məhdudlaşmış, stratiqrafik məhdudlaşmış, layların litoloji, stratiqrafik pazlaşması ilə əlaqədar olan,stratiqrafik ekranlaşmış), bu tələlər haqqında tərtib olunmuş məlumat cədvəl-kataloqundan, həmin tələlərin mənşəyinə, stratiqrafik mənsubiyyətinə görə təsnifatından və perspektivlik dərəcəsindən bəhs olunur.

Neft və qaz toplanma zonaları və yataqlarının reqional təsnifatı bir sıra tədqiqatçıların əsərlərində geniş verilmişdir (Бабазаде, 1964; Керимов, 1987; Кондратович, 1984).

Bəzi tədqiqatçılara görə, neft-qaz toplanma zonaları iki kateqoriyaya ayrılır: regional və lokal. Regional kateqoriyaya neftli-qazlı zona, rayon, vilayət, əyalət və qurşaqlar (meqaəyalətlər), lokal kateqoriyaya isə neft-qazın fərdi yataqları daxil edilir. İ.M.Qubkinin yataqların təsnifatı sistemini inkişaf etdirərək A.A.Bakirov neft-qaz yataqlarını aşağıdakı siniflərə ayırır: struktur, litoloji, rifogen, stratiqrafik, qarışıq. Göstərilən neft-qaz yataqları antiklinal və qeyri-antiklinal tipli tələlərlə əlaqədardır. Sonuncular bir neçə növə ayrılır ─ litoloji məhdudlaşmş, stratiqrafik məhdudlaşmş, horizontların litoloji və ya stratiqrafik pazlaşması ilə əlaqədar, stratiqrafik ekranlaşmış, qumdaşı-bar çöküntülərində, klinoform sahəsində, qarışıq.

Dünya neft ehtiyatının, demək olar ki, yarısı qeyri-antiklinal tipli neft-qaz tələlərində toplanmışdır. Bu tip tələlərə maraq Azərbaycanda da durmadan artır. (Hacıyev, 1987; Hüseynov, Səlimov. 1998; Köçərli, Quliyev. 1998; Qənbərov və b., 1994; Qənbərov və b., 1998). O cümlədən Geofizika ETİ-də də bu səpkidə xeyli iş görülmüşdür. Orta və Aşağı Kür çökəkliklərində seysmik kəşfiyyat üsulları ilə alınmış materiallar üzərində seysmostratiqrafik tədqiqatlar aparılmış, qeyri-antiklinal tələlərin əmələ gəlməsi üçün əlverişli şəraiti olan 24 sahə aşkar edilmiş və öyrənilmişdir (İbrahimli, 2007; Qənbərov və b., 2003; Qənbərov və b., 2006; Qənbərov, İbrahimli, 2007; Qənбаров, 2007; İbrahimova, 2004).

Aparılan tədqiqatlar əsasında pazlaşma zonaları aşkar edilərək dəqiqləşdirilmiş, seysmik parametrlərə (amplituda, tezlik, interval sürəti və s.) görə pazlaşan çöküntülərin litofasial tərkibləri, kollektorluq xüsusiyyətləri öyrənilmiş və lokal qeyri-antiklinal neft-qaz tələləri proqnozlaşdırılmışdır. Bu tələləri daha ətraflı öyrənmək məqsədi ilə ümumu dərinlik nöqtəsi (ÜDN) üsulu ilə işlənmiş çoxsaylı seysmik profillərin vaxt kəsilişlərinə görə horizontların pazlaşma zonalarında seysmik dalğaların dinamik və kinematik parametrlərinin dəyişmə qanunauyğunluqları öyrənilmiş, dərinlik kəsilişləri, paleokəsilişlər tərtib edilmiş, əksetdirici sərhədlər arasındakı seysmik interval sürətləri hesablanaraq qrafiklər qurulmuşdur. Həmçinin qeyri-antiklinal tələlər daxilində və yaxınlıqda qazılmış quyuların geofiziki tədqiqat məlumatları seysmik kəşfiyyat məlumatları ilə birgə interpretasiya edilmiş, qeyri-antiklinal tələlərin daha dəqiq proqnozu verilmişdir.

Orta və Aşağı Kür çökəkliklərində yuxarıda göstərdiyimiz qeyri-antiklinal tələ növlərindən aşağıdakılara rast gəlinir:

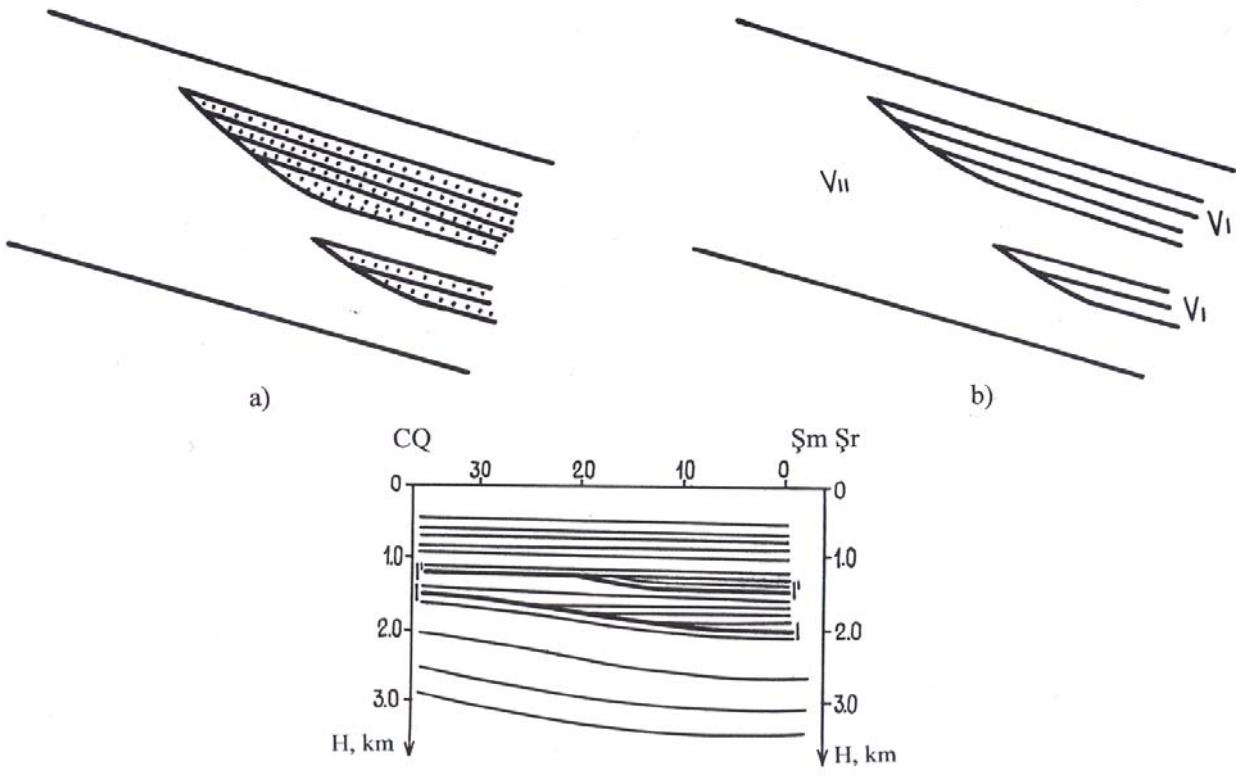
**Litoloji məhdudlaşmış tələlər**

Bu tip tələlər qalxım istiqamətində, çay məcrası və yaxud sahilin monoklinal yatması şəraitində gil qatında eyniyaşlı qumdaşlı layların pazlaşması nəticəsində yaranır (1-ci şəkil: a,b). Gil qatında, sürət 2500 m/s, qumdaşı–alevrolit laylarında isə 3500 m/s–dən 2800 m/s–ə qədər dəyişir. Qumlu horizontun qalınlığının azalması

və onların tam pazlaşması, qumlu–alevrolitli layların, həm də bütün lay dəstəsinin tədricən gillə litoloji əvəz olunması zamanı baş verir. Qumdaşlı kollektor laylarındakı $V_I$ sürəti ətraf gil laylarındakı $V_{II}$ sürətindən çoxdur. Bu tip qeyri-antiklinal tələlərə əsasən, Yevlax-Ağcabədi çökəkliyinin Sovetlər, Ağgöl, Cənubi Ağcabədi sahələrində rast gəlinir. Sovetlər, Ağgöl sahələrində tələlər miosen və maykop çöküntülərinin pazlaşmasından əmələ gəlmişdir. Belə tələlərdən biri Sovetlər strukturunun şimal-şərqində 810512 saylı ÜDN seysmik profilin dərinlik kəsilişində aydın izlənilir (1-ci şəkil-c). Tələni əmələ gətirən, 1200-1400 m dərinlikdə pazlaşan miosen çöküntülərinin qalınlığı 200 m-ə, örtük rolu oynayan ağcagil çöküntülərinin qalınlığı isə 800 m-ə, 1600-2000 m dərinlikdə pazlaşan maykop çöküntülərinin qalınlığı 400 m-ə, örtük süxurlarının (üst maykopun gilli süxurları) qalınlığı isə 300 m-ə yaxındır. Seysmik və quyu materiallarının birgə araşdırılması nəticəsində tələnin dayaz dəniz şəraitində növbələşmiş qum, qumdaşı və gil süxurlarından yarandığı aşkar edilmişdir.

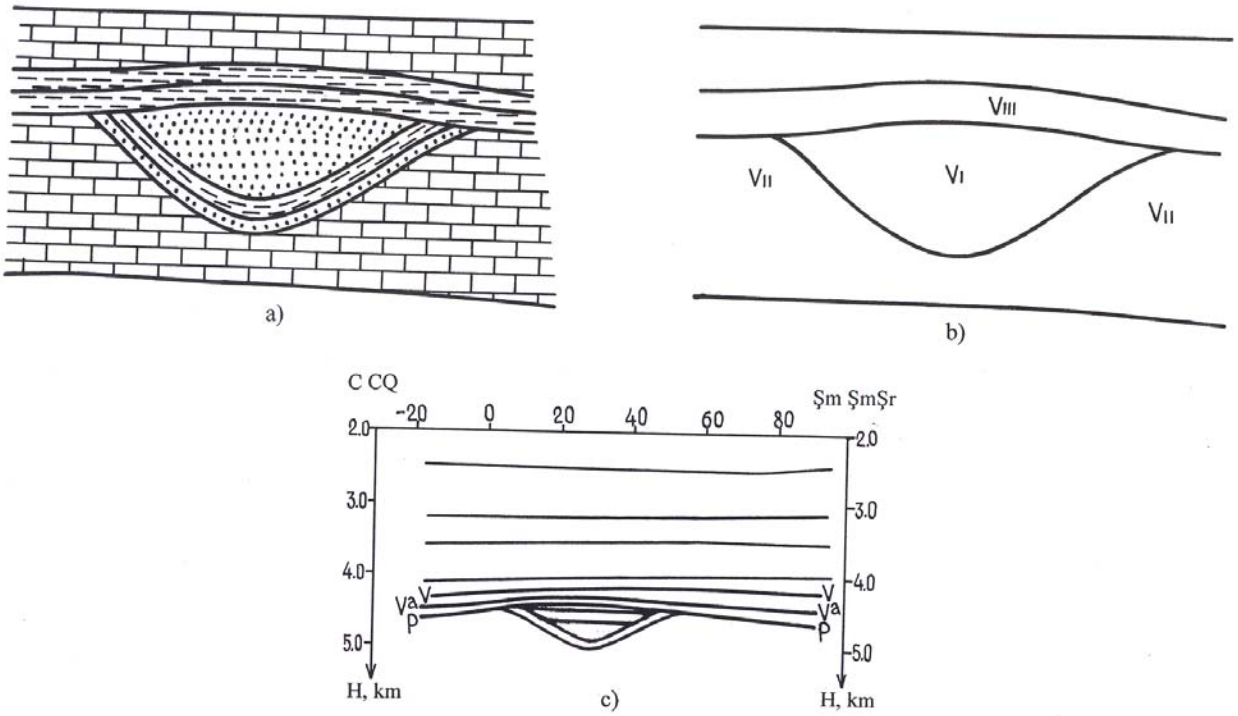
**Stratiqrafik məhdudlaşmış tələlər**

Bu tip tələlər erozion akkumulyativ faktorların təsiri nəticəsində əmələ gəlir. Eroziya prosesləri qədim süxurlarda yarıqlar əmələ gətirir. Bu yarıqlarda daha cavan qumdaşı–alevrolit tipli çay çöküntüləri yığılır (2-ci şəkil-a,b). Belə tələlərə Zərdab, Qışlaq, Məmmədli sahələrində rast gəlinir. Bu tip tələlərin məhdudlaşması gil çöküntüləri ilə örtülmə nəticəsində əmələ gəlir. Belə tələlərin xarakterik xüsusiyyətlərindən biri də onun eninə kəsilişdə linzavari formada olmasıdır. Qədim axın yatağı çöküntüləri ilə əlaqədər aşağıya və yuxarıya qabarma ona görə baş verir ki, qum ətrafda yatan gildən fərqli olaraq gec sıxlaşır. Belə tələlərə nümunə olaraq Zərdab sahəsindən keçən 912211 saylı seysmik profildə izlənən tələni göstərə bilərik (2-ci şəkil-c). Bu tələ üst təbaşir çöküntülərinin yuyulma səthində əmələ gəlib (Hacızadə, 2003).




**1-ci şəkil.** Litoloji məhdudlaşmış tələ

a – geoloji model; b – seysmogeoloji model; c – Sovetlər sahəsində aşkar olunmuş litoloji məhdudlaşmış tələ *( $I^{I}$, I – miosen və maykopda seysmik horizontlar)*




**2-ci şəkil.** Stratiqrafik məhdudlaşmış tələ

a – geoloji model; b – seysmogeoloji model; c – Zərdab sahəsində aşkar olunmuş məhdudlaşmış tələ
*(V, $V^a$ – üst, orta eosendə seysmik horizontlar; P – mezozoyun səthinə uyğun seysmik horizont)*

Tələnin minimum dərinliyi 4300 m, perspektivli çöküntülərin qalınlığı 250 m-dir. Burada qazılmış 3 saylı quyunun (neft alınıb) elektrik karotaj məlumatlarına və seysmik parametrlərə görə gillə örtülmüş çöküntülərin sürətləri nisbəti $V_{III}<V_I< V_{II}$ şərtini ödəyir: Burada $V_I$ – kollektor ( qum, qumdaşı, mergel ), $V_{II}$ – karbonat, $V_{III}$ – gildir.

**Horizontların litoloji və stratiqrafik pazlaşması ilə əlaqədar olan tələlər**

Bu tip tələlər dəniz–sahilyanı şəraitdə çöküntülərin regional pazlaşma zonası ilə əlaqədar həm lokal strukturların qanadlarında, həm də yamaclarda formalaşır. Onlar sahildə qalxım istiqamətində, yaxud böyük və ya lokal qalxımların qanadı boyu sahilyanı dayaz və çimərlik qumlu çöküntülərinin və yaxud eyniyaşlı çöküntülərin pazlaşması ilə əlaqədar yaranır (3-cü şəkil-a,b). Örtük rolunu transqressiv yatıma malik gilli çöküntülər oynayır. Cavan çöküntülərin daha qədim çöküntülərin səthinə pazlaşması ilə əlaqədar yaranan belə tələlər nəzəri cəhətdən daha geniş öyrənilmişdir. Tələnin yaranmasında litoloji, həm də stratiqrafik amil rol oynadıqda, belə tələlər litoloji-stratiqrafik (qarışıq) adlanır və Aşağı Kür çökəkliyinin cənub-şərq hissəsində – Mişovdağ, Qalmaz, Kiçik Hərami, Padar-Qərbi Qarasu, Yevlax–Ağcabədi çökəkliyinin cənub-qərbində Əyri, Beyləqan, Boluslu, Kəbirli, Qəmərli, Eyvazlı, Qazanbulaq, Ziyadxan, Borsunlu sahələri ücün səciyyəvidir. Belə tələlərdən biri ─ Qazanbulaq tələsi alt və orta eosen çöküntülərinə uyğun seysmik horizontların təbaşirin səthinə pazlaşmasından yaranmışdır. 1600 – 2200 m dərinlikdə yerləşən bu çöküntülərin (alt və orta eosen) ümumi qalınlığı 500 m-ə yaxındır (3-cü şəkil-c). Pazlaşan çöküntülərin örtük rolunu tərkibləri əsasən gilli süxurlardan ibarət olan üst eosen və maykop çöküntüləri oynayır (bu çöküntülərin ümumi qalınlığı 800 m-dən çoxdur).

Güman olunan Boluslu tələsi alt, orta eosen və paleosen çöküntülərinə uyğun seysmik horizontların 2300-3500 m dərinlik intervalında pazlaşmasından əmələ gəlmişdir (3-cü şəkil-d). Pazlaşma zonası cənub-qərbdən qapalı formadadır və eyni zamanda tektonik qırılma ilə hüdudlanır. Pazlaşan çöküntüləri altdan mezozoyun yuyulma səthinə uyğun reper xarakterli seysmik əksetdirici horizont, üstdən isə örtük xarakterli üst eosen çöküntüləri hüdudlandırır. Pazlaşan orta eosen–paleosen çöküntülərinin qalınlığı 600 m-ə, maykop

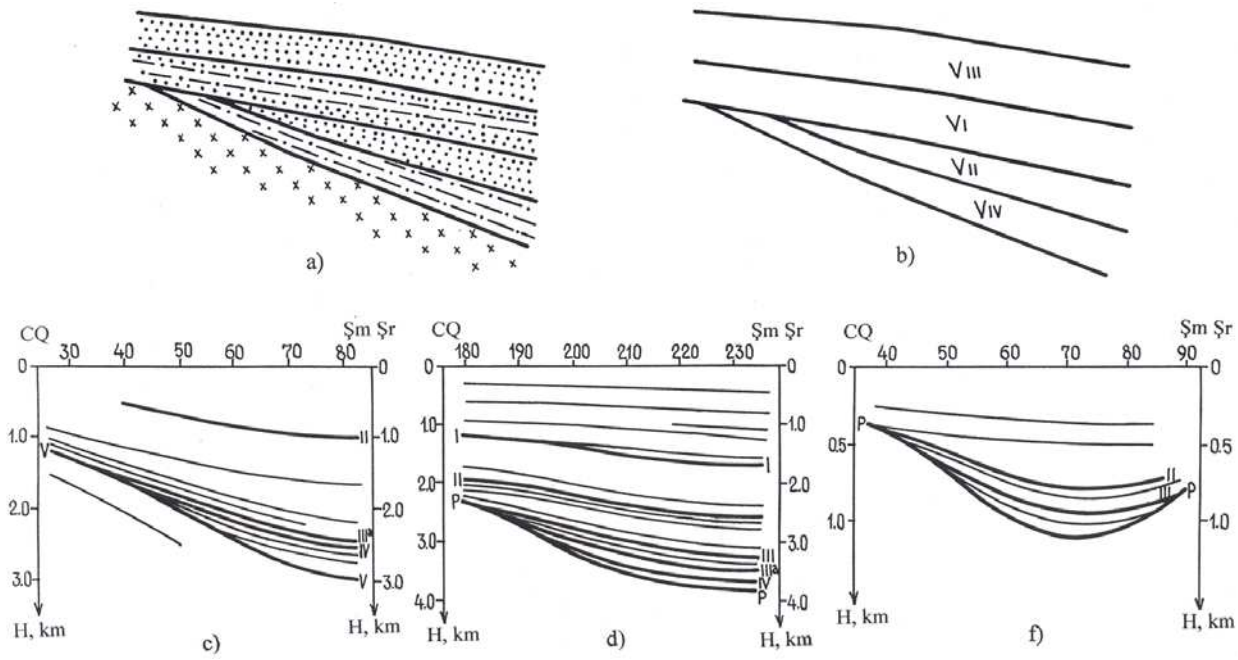
çöküntülərinin qalınlığı isə 200 m-ə yaxındır. Seysmik horizontların dinamikasına, sahə üzrə yayılma xüsusiyyətlərinə, seysmostratiqrafik əlamətlərinə və həmin sahədə qazılmış quyu məlumatlarına görə pazlaşan çöküntülərin tərkibinin qum, qumdaşı və mergellərdən ibarət olduğu müəyyənləşdirilmişdir.

Üçüncü bir tələ ─ Əyri və Beyləqan strukturları arasında orta eosen–paleosen çöküntülərinin mezozoyun yuyulma səthinə pazlaşmasından əmələ gəlmiş tələ 840812 saylı seysmik profilin dərinlik kəsilişində izlənilir (3-cü şəkil-f). Araşdırmalar göstərir ki, pazlaşan çöküntülər kollektor-süxurlardan ibarətdir. Əsasən gilli süxurlardan ibarət olan üst eosen və maykop çöküntüləri örtük rolu oynayır.

**Stratiqrafik ekranlaşmış tələlər**

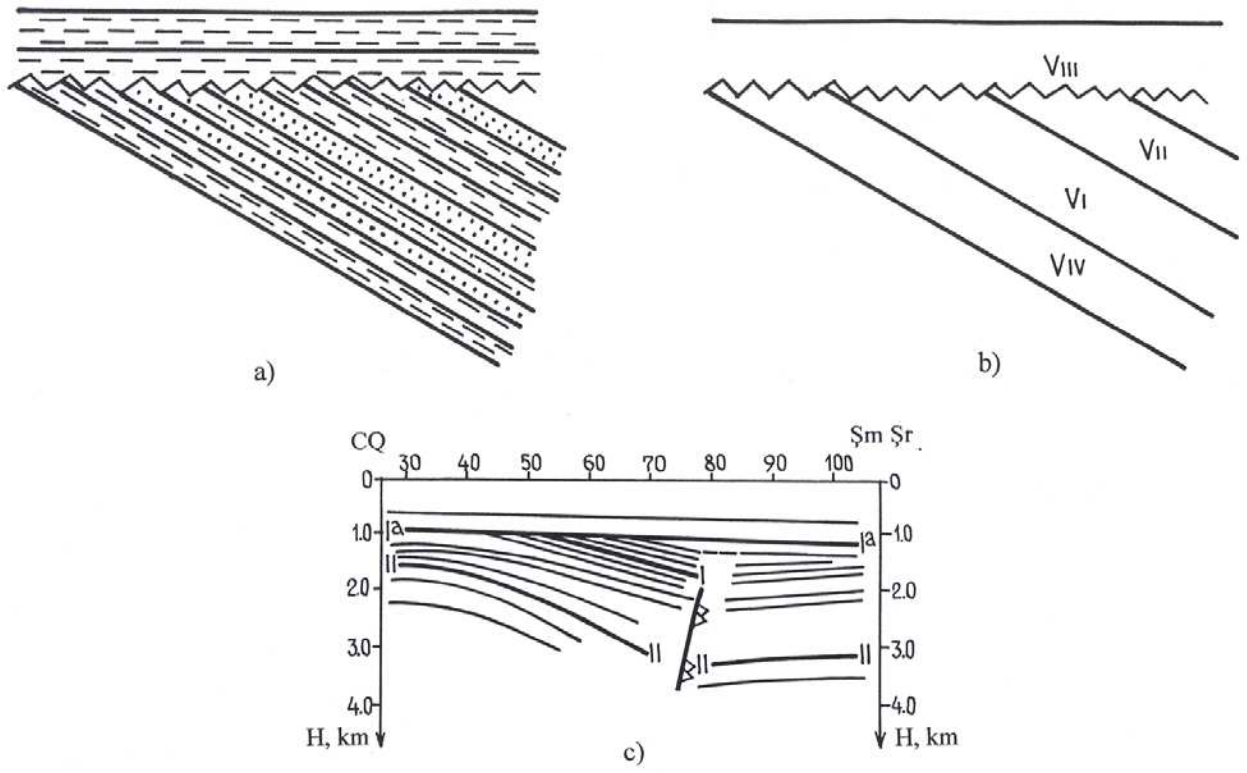
a) Sedimentasion-erozion. Bu tip tələlər meyilli yatan lay–kollektorların yuyulması və onların sonradan keçiriciliyi olmayan süxurlarla örtülməsi nəticəsində əmələ gəlir (4-cü şəkil-a,b). Kollektorlar qumdaşı süxurları, örtük isə gillərdir. Belə tələlər geniş yayılıb, regional xarakter daşıyır və quruluşuna görə nəzərə çarpan ölçülərə malikdir. Layların qalınlığı onlarla metrdən yüzlərlə metrə qədər dəyişə bilir. Seysmik sürətlər arasındakı nisbət, adətən, $V_I > V_{II}$ ; $V_{II} \approx V_{III}$ olur. Belə tələlərə ən çox Hindarx–Lənbəran, Əyri–Beyləqan, Güllücə–Qərvənd sahələrində rast gəlinir.

Hindarx strukturundan keçən 931312 saylı seysmik profilin dərinlik kəsilişində izlənilən tələ (4-cü şəkil-c) maykopun yuyulma səthinin üstdən örtük çöküntüləri ilə məhdudlaşması nəticəsində yaranmışdır. Tələni alt və üst maykop çöküntülüləri əmələ gətirmişdir. Bu çöküntülərin daxilində pazlaşan seysmik horizontlar monoklinal yatıma malikdir. Horizontların pazlaşdığı istiqamətdə seysmik dalğaların intensivliyinin xeyli artdığı və onların dinamik əlamətlərinin yaxşılaşdığı müşahidə olunur. Şimal–şərqdən tektonik qırılma ilə məhdudlaşan alt maykop çöküntüləri cənub–qərbdə pazlaşaraq qapalı forma əmələ gətirir. Müxtəlif seysmik araşdırmalara görə, pazlaşan çöküntülərin tərkibinin kollektor süxurlardan, örtük çöküntülərin isə əsasən gilli süxurlardan ibarət olduğu güman olunur.




**3-cü şəkil.** Horizontların litoloji və stratiqrafik pazlaşmasından yaranmış tələ

a – geoloji model; b – seysmogeoloji model; c – Qazanbulaq sahəsində aşkar olunmuş litoloji-stratiqrafik pazlaşmış tələ ( *III$^a$ – orta eosendə seysmik horizont; IV, V – alt eosen və təbaşirin səthlərinə uyğun seysmik horizontlar) ;* d – Boluslu sahəsində aşkar olunmuş litoloji-stratiqrafik pazlaşmış tələ (*I, III, III$^a$, IV – maykop, orta eosen, alt eosen və paleosendə seysmik horizontlar; II, P – üst eosen və təbaşirin səthlərinə uyğun seysmik horizontlar)*; f – Əyri-Beyləqan sahəsində aşkar olunmuş litoloji-stratiqrafik pazlaşmış tələ (*II, III – orta eosen və paleosendə seysmik horizontlar; p –təbaşirin səthinə uyğun seysmik horizont)*




**4-cü şəkil.** Stratiqrafik ekranlaşmış tələ (sedimentasion-erozion)

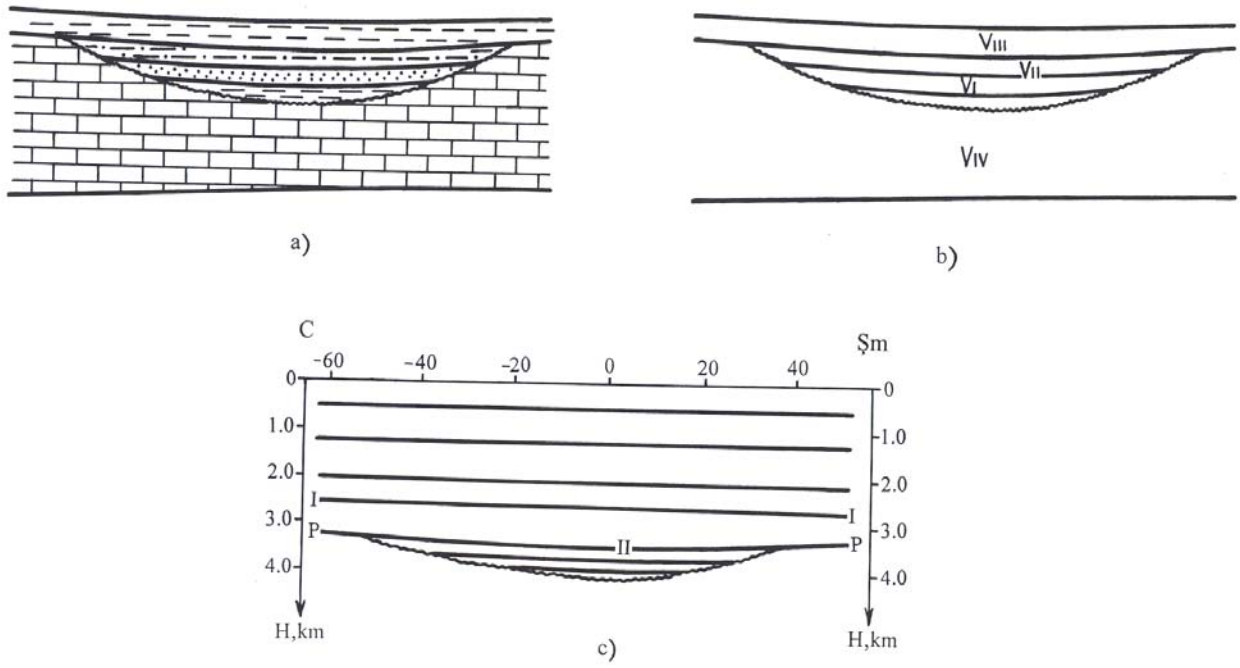
a – geoloji model; b – seysmogeoloji model; c – Hindarx sahəsində aşkar olunmuş stratiqrafik ekranlaşmış tələ (*$I^a$ – miosenin yuyulma səthinə uyğun seysmik horizont; II– maykopda seysmik horizont)*

b) Sedimentasion. Bu tip tələlər transqressiyaya məruz qalmış qədim sedimentasiya hövzələrində əmələ gəlib. Adətən, onlar qədim relyefin paleogeomorfoloji elementləri ilə şərtləşən körfəzvari sinklinalların bortlarında yaranır (5-ci şəkil-a,b). Seysmik sürətlər arasındakı nisbət, adətən, $V_{III} < V_{II} < V_I < V_{IV}$ şərtini ödəyir. Belə tələlərə Həşimxanlı, Kürd, Şərqi Xəlfəli, Muğanlı, Xırmandalı, Ağçala sahələrində rast gəlinir.

Həşimxanlı sahəsində miosen-üst təbaşir çöküntülərinin yuyulma səthinin əmələ gətirdiyi sinklinalın bortlarında, məhsuldar qatin alt horizontlarının pazlaşmasından əmələ gəlmiş tələ 833008 saylı seysmik profilin dərinlik kəsilişində aydın izlənir (5-ci şəkil-c).

Aparılmış tədqiqatlar əsasında Orta və Aşağı Kür çökəkliklərində aşkar olunmuş qeyri-antiklinal tələlər haqqında məlumat cədvəli (cədvəl-kataloq) tərtib edilmişdir (bax: cədvəl-kataloq). Göstərilən cədvəl-kataloqda qeyri-antiklinal tələnin yerləşdiyi neftli-qazlı rayon, onun sahəsi, çöküntü hövzəsindəki və qırılmalara görə vəziyyəti, tələni əmələ gətirən çöküntülərin dərinlik intervalı, stratiqrafiyası, litoloji tərkibi, qalınlığı, kollektorluq xüsusiyyətləri, örtük süxurlarının qalınlığı, sahədə dərin kəşfiyyat quyularının mövcudluğu və digər məlumatlar (hansı ki, dəqiqləşdirmək mümkün olmuşdur) verilmişdir.

Araşdırmalar nəticəsində həmçinin Orta və Aşağı Kür çökəkliklərində aşkarlanan qeyri-antiklinal tələləri öyrənilmə dərəcəsinə görə iki qrupa bölmək mümkün olmuşdur. Birinci qrupa nisbətən yaxşı öyrənilmiş Əyri, Beyləqan, Cəbri, Qəmərli, Eyvazlı, Kəbirli, Ağcabədi, Məmmədli, Qışlaq, Qazanbulaq, Mişovdağ, Qalmaz və Həşimxanlı strukturları ətrafında yerləşən qeyri-antiklinal tələləri daxil etmək olar. İkinci qrupa isə nisbətən zəif öyrənilmiş Əmirarx, Kürd, Şərqi Xəlfəli, Ağgöl, Şərqi Ağcabədi, Hindarx və Lənbəran strukturları ətrafında yerləşən, potensial qeyri-antiklinal tələlər kimi qəbul olunan sahələr daxildir və bu sahələrdə əlavə məqsədyönlü seysmik kəşfiyyat işlərinin aparılması, onların quruluşlarının dəqiqləşdirilməsi, pazlaşan çöküntülərin tərkibinin hərtərəfli öyrənilməsi və neftlilik-qazlılığının proqnozlaşdırılması tövsiyə olunur.




**5-ci şəkil.** Stratiqrafik ekranlaşmış tələ (sedimentasion)

a – geoloji model; b – seysmogeoloji model; c – Həşimxanlı sahəsində aşkar olunmuş stratiqrafik ekranlaşmış tələ ( *I, P – məhsuldar qatın və təbaşirin səthlərinə uyğun seysmik horizontlar; II – məhsuldar qatda seysmik horizont)*

Nəhayət, sözü gedən tələlərin perspektivlik dərəcəsi bir sıra geoloji-geofiziki kriteriyalar (tələnin sahəsi, perspektivli stratiqrafik-litofasial komplekslərin sayı, qalınlıqları, yatım dərinlikləri, kollektorluluğu, seysmik profillərin sıxlığı, örtük laylarının qalınlığı, hövzədə qırılmaya görə yerləşmə vəziyyəti, tələnin yerləşdiyi sahədə kəşfiyyat quyularının sayı və neft yataqlarının mövcudluğu) əsasında müəyyənləşdirilmiş qeyri-antiklinal tələlər ən perspektivli tələlər kimi qiymətləndirilmişdir:

Qazanbulaq–Ziyadxan–Borsunlu sahəsində aşkar olunmuş qeyri-antiklinal tələlərin 20 km-ə yaxın uzunluğu və 2-3 km-dən artıq eni olan bir ərazini əhatə etdiyini, pazlaşan qumlu, qumdaşlı eosen çöküntü kompleksinin qalınlığının 200-500 m olduğunu, pazlaşan çöküntülərin dərinliyinin 1600-2000 m-dən çox olmadığını, bir sıra quyulardan sənaye əhəmiyyətli neft alındığını nəzərə alaraq, həmin tələlər ən perspektivli tələlər kimi qiymətləndirilmişdir.

Əyri-Beyləqan və Cəbri-Qəmərli sahələrində öyrənilmiş qeyri-antiklinal tələlər sahəsinin böyüklüyünə (24 kv.km), pazlaşan eosen, paleosen çöküntülərinin 500-1300 m dərinlikdə yerləşdiyinə, qalınlığının 400 m-dən çox olduğuna, yüksək kollektorluluğuna, çoxsaylı quyu məlumatlarına, yaxınlıqda neft yatağının mövcudluğuna və digər kriterilərə görə ən perspektivli tələlərdən hesab edilmişdir.

Mişovdağ və Qalmaz sahələrində məhsuldar qat və ağcagil çöküntülərinin pazlaşmasından yaranmış qeyri-antiklinal tələlər də eyni adlı antiklinal strukturların qanadlarında pazlaşdıqları dərinlik intervalına (1400-1900 m), pazlaşan çöküntülərin ümumi qalınlığına (400-500 m), tərkibinə (əsasən qumdaşı və gilli qumlardan ibarətdir), məlum nef-qaz yataqları ətrafında yerləşdiyinə əsaslanaraq, yüksək perspektivli tələlər kimi qiymətləndirilmişdir.

Muğan monoklinalında seysmik kəşfiyyatla aşkar edilmiş və məhsuldar qatın regional planda miosen çöküntülərinin yuyulma səthinə pazlaşmasından yaranan Həşimxanlı və Muğanlı tələləri 100 kv.km-ə qədər ərazini əhatə edir. Tərkibi əsasən qum və qumdaşı süxurlarından ibarət olan pazlaşan çöküntülərin qalınlığı 900 m-ə çatır, dərinliyi isə 3000 m-dən çox deyil. Geologiya İnstitutu tərəfindən aparılmış müşahidələr nəticəsində qaz anomaliyası qeyd olunmuşdur. Göstərilən əlverişli geoloji kriterilər Həşimxanlı və Muğanlı tələlərini də perspektivli tələlər kimi qiymətləndirməyə əsas verir.

Yuxarıda göstərilən yüksək perspektivli sahələrin hamısında kompleks geofiziki kəşfiyyat (3D ÜDN, SDÜ və qravimaqnit) işlərinin aparılması və bu tələlərin dərin kəşfiyyat qazımasına hazırlanması tövsiyə olunur.

**ƏDƏBIYYAT**


HACIYEV, F.M. 1987. Orta Kür çökəkliyində qeyri-antiklinal strukturların klassifikasiyası sxemi və onlarla əlaqədar olan neft-qaz tələləri. *Azərbaycan neft təsərrüfatı*, 8, 9-12.

HACIZADƏ, F.M. 2003. Azərbaycanın Orta Kür çökəkliyinin geoloji quruluşu və neft-qazlılığı. Adiloğlu. Bakı. 377.

HÜSEYNOV, Ə.N., SƏLIMOV F.M. 1998. Aşağı Kür çökəkliyinin cənub-qərb yamacında qeyri-antiklinal tipli tələlərdə orta pliosen və daha qədim çöküntülərdə neft və qaz yataqlarının axtarışı perspektivi haqqında. *Qeyri-antiklinal tələlərdə karbohidrogen yığımlarının geofiziki kəşfiyyat üsulları ilə proqnozlaşdırılması seminarının materialları,* 28-29.

İBRAHIMLİ, M.S. 2007. Yevlax–Ağcabədi çökəkliyinin cənub–qərb bortunda qeyri-antiklinal tələlərinin axtaraşı haqqında. *Azərbaycanda geofizika yenilikləri*, 1, 14-20.

KÖÇƏRLI, Ş.S., QULIYEV, H.Ə. 1998. Aşağı Kür çökəkliyində orta və üst pliosenin kontakt zonasında stratiqrafik tələ haqqında. *Qeyri-antiklinal tələlərdə karbohidrogen yığımlarının geofiziki kəşfiyyat üsulları ilə proqnozlaşdırılması seminarının materialları, 39.*

QƏNBƏROV, Y.H., ABBASOV, Ə.B., HACIYEV, F.M. və b. 1994. "Kür çökəkliyində seysmostratiqrafik tədqiqatların nəticələri. *10-cu Türkiyə Petrol konqresinin məruzələr toplusu*. Ankara.

QƏNBƏROV, Y.H., ABBASOV, Ə.B., HACIYEV, F.M. 1998. Azərbaycanın Kür çökəkliyində paleogeomorfoloji mənşəli qeyri-antiklinal tələlərin geofiziki üsullarla aşkar edilməsi və onların neft-qazlılıq perspektivliliyinin qiymətləndirilməsi. *II Azərbaycan Beynəlxalq Geofizika konfransının tezislər toplusu,* 47-48.

QƏNBƏROV, Y.H., ABBASOV, Ə.B. İBRAHIMOVA, M.S. və b. 2003. Ağcabədi-Hindarx-Lənbəran zonasında qeyri-antiklinal neft-qaz tələlərinin seysmik kəşfiyat üsulları ilə axtarışı. *Azərbaycanda geofizika yenilikləri,* 2, 48-54.

QƏNBƏROV, Y.H., AĞAMALIYEVA, N.R. 2006. Aşağı Kür çökəkliyində qeyri-antiklinal tələlərin təsnifatı. *Azərbaycanda geofizika yenilikləri,* 1-2, 14-20.

QƏNBƏROV, Y.H., İBRAHIMLI, M.S. 2007. Yevlax-Ağcabədi çökəkliyində aşkar olunmuş qeyri-antiklinal tipli tələlərin təsnifati. *Azərbaycan neft təsərrüfatı*, 8, 1-7.

QƏNBƏROV, Y.H., İBRAHIMLI, M.S., AĞAMALIYEVA, N.R. 2006. Orta və Aşağı Kür çökəkliklərində qeyri-antiklinal tələlərin seysmogeoloji modelləri haqqında. *Akademik Həsən Əbdül Əli oölu Əhmədovun anadan olmasının 100 illiyinə həsr olunmuş elmi konfransın materialları.* 17-18.

QƏNBƏROV, Y.H., ABBASOV, Ə.B., KƏRIMOV, F.M., İBRAHIMOVA, M.S. 2004. Yevlax-Ağcabədi çökəkliyinin cənub-qərb yamacnda qeyri-antiklinal neft-qaz tələləri. *Azərbaycanda geofizika yenilikləri,* 3-4, 12-17.

БАБАЗАДЕ, Б.К. 1964. Классификация залежей и месторождений нефти и газа Азербайджана и рациональная методика и разведки. Недра. Москва. 303.

ГАНБАРОВ, Ю.Г. 2007. Классификация выявленных сейсморазведкой неантиклинальных ловушек в Куринской впадине Азербайджане и оценка их перспективности. *Девятые геофизические чтения имени В.В.Фединского*. *Тезисы докладов*. Москва, 48.

КЕРИМОВ, В.Ю. 1987. Поиски и разведка залежей нефти и газа в стратиграфических и литологических ловушках. Недра. Москва. 206.

КОНДРАТОВИЧ, Ю.В. 1984. Обнаружение и картирование неантиклинальных ловушек по данным сейсоразведки. *Обзор. ВИЭМС*, Москва, 47.

İBRAHIMOVA, M.S. 2004. Lithological-fasial composition and hydrocarbon potential prediction in Eosene and Maykop deposits of Ayrım-Beylagan-Boluslu area in Yevlakh-Aghjabady depression. *Geophysics news in Azerbaijan,* 2, 38-44.


***Məqaləyə g.-m.e.d. A.N.Hacıyev rəy vermişdir***

© А.Б.Мамедов, 2008

# КОРРЕЛЯЦИЯ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА НАХЧЫВАНСКОЙ АР С ТИПОВЫМИ РАЗРЕЗАМИ АРДЕННО-РЕЙНСКОЙ ОБЛАСТИ, ДИНАНТСКОГО БАССЕЙНА ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ И АНАЛОГИЧНЫМИ РАЗРЕЗАМИ ДРУГИХ РЕГИОНОВ ЕВРАЗИИ

**А.Б.Мамедов**

*Институт геологии НАН Азербайджана*
*AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А*

Верхнедевонские отложения Нахчыванской АР (Азербайджан) и прилегающих районов Армении подразделены на свиты и брахиоподовые зоны, которые сопоставляются с синхронными отложениями типовых разрезов Западной Европы (Арденно-Рейнская область и Динантский бассейн) и других регионов Евразии.

Девонские отложения в Южном Закавказье распространены на ограниченной территории – в западной части Нахчыванской АР и прилегающих к ней районах Армении, но здесь они пользуются широким распространением и представлены всеми тремя хорошо фаунистически охарактеризованными отделами. Причем, если нижне- и среднедевонские отложения распространены только в западной части территории Нахчыванской АР, то верхнедевонские отложения развиты также и на прилегающих к ней районах Армении. В настоящее время нами разработана схема зонального расчленения девонских отложений, развитых в этих районах, с выделением 16 местных стратиграфических подразделений (свиты) и 20 биостратиграфических зон.

Биостратиграфические зоны, свиты и подсвиты, выделенные в девонских отложениях Нахчыванской Автономной Республики и прилегающих районов Армении, на основании изучения всего комплекса органических остатков, главным образом брахиопод и конодонтов, можно сопоставить с синхронными отложениями типовых разрезов Западной Европы (Арденн и Эйфельских гор) и многих регионов Евразии и др. Несмотря на большую удаленность большинства этих регионов от Закавказья, благодаря общим и характерным видам брахиопод и представителей других групп фауны, почти все местные подразделения девона, в том числе и верхнего девона Закавказья, коррелируются с синхронными отложениями, установленными в регионах Западной Европы и Евразии.

В статье приводится корреляция местных стратиграфических подразделений и биостратиграфических зон, выделенных только в верхнедевонских отложениях Закавказья, с синхронными подразделениями Западной Европы и других регионов Евразии.

Как видно из приведенной корреляционной схемы **верхний девон** в Закавказье представлен двумя ярусами: **франским** и **фаменским**. В последовательном непрерывном разрезе девона в составе франского яруса выделяются три свиты: чраханинская, багарсыхская и яйджинская; при этом чраханинская и багарсыхская свиты установлены в нижнефранском подъярусе, а яйджинская – в верхнефранском подъярусе.

***Чраханинская свита*** принимается нами в объеме зоны ***Cyrtospirifer disjunctus elegans***, стратотип которой находится в ущелье р.Чрахана в пределах Амагу-Гнишикской антиклинали. Нижняя граница ее устанавливается с появлением в разрезе многочисленных раковин *Cyrtospirifer disjunctus elegans subs. nov. Mam., C. ex gr. schelonicus Nal.* и других видов. Переход как от подстилающих живетских отложений к чраханинской свите франского яруса, так и от последней к багарсыхской свите франского яруса – постепенный, согласный.

Отложения чраханинской свиты имеют здесь широкое развитие; литологически представлены перемежающимися желтовато-серыми известняками и черными аргиллитами, в

меньшей мере песчаниками, алевролитами и кварцитами. В целом, преобладают терригенные породы. Мощность свиты – от 20 м в Яйджи-Дереси до 220 м в стратотипическом разрезе. Известняки, иногда и песчаники содержат многочисленные раковины брахиоподовой, коралловой и другой фауны, наиболее многочисленными и характерными из которых являются брахиоподы. Всего в свите обнаружено 47 видов и подвидов. Из них: 1) видов, переходящих из подстилающих отложений среднего девона, − 20; 2) видов, появляющихся в разрезе рассматриваемой свиты, − 27. Они следующие: *Devonoproductus cericeus (Buch.), Hypothyridina calva Mark., Ripidiorhynchus ex gr. boloniensis (Orb., sensu Brice, 1970), Desquamatia phillippovae Ljasch., Cyrtospirifer disjunctus elegans Mam., C. schelonicus Nal., C. lonsalli (Murch.), Eodmitria oblivialis Sartenaer* и многие другие; 3) видов, которые проходят в верхние слои, − 14.

Почти все виды брахиопод, встреченные в чраханинской свите, известны во франском ярусе Европы, Азии и Северной Америки, причем, как правило, они происходят из низов франского яруса. Например, *Ripidiorhynchus borroisi* происходит из зоны *Lower asymmetricus*, а типичный *R.boloniensis* – из зоны *Upper asymmetricus* франского яруса Бельгии. *Spinatrypa (Exatrypa*) *tubaecostata* происходит из известняков Дорпер ($D_3$fr.1) Германии. *Eodmitria oblivialis* происходит из основания франского яруса (F2a) Динантского бассейна. *Stropheodonta asella Verk., Cyrtospirifer disjunctus Sow., Tenticulites semilukianus G.Ljasch.* и др. встречаются в отложениях семилукского горизонта центральной области Русской платформы. *Hypothyridina calva Mark.* является одной из характерных форм для усть-ярегской свиты Южного Тимана, средненских слоев Среднего Тимана, саргаевской свиты Урала и восточных областей Русской платформы и хворостанского горизонта Среднего и Нижнего Поволжья и т.д.

В отложениях чраханинской свиты обнаружено пять видов ругоз и четыре вида табулят, из которых некоторые известны в разных регионах в низах франского яруса. Например: *Phillipsastraea ibergensis, Neostringophyllum modicum, Macgeea solitaria*. А остальные встречаются как в живетских, так и в франских отложениях.

Из чраханинской свиты определены конодонты (опр. В.Г.Халымбаджи), всего 11 видов и подвидов: *Icriodus brevis Stauffer, I.expansus Br.et Mehl., I.symmetricus Br.et Mehl., I.difficilis Zieg., Klapp.et Johnson, I.nodosus Hudle, I.oblinquimarginatus Bischoff.et Zieg., Polygnathus varcus Stauffer, Pol. xylus xylus Stauffer, Pol.desorosus Stauffer, Pol.sp.1*. Из них: 1) шесть видов переходят из подстилающих среднедевонских отложений; 2) пять видов появляются в рассматриваемой свите; 3) восемь видов проходят в покрывающие отложения багарсыхской свиты.

В.Г.Халымбаджа, определивший эти конодонты, отмечает, что все вместе они могут встречаться в самом основании франского яруса. Чраханинской свите, скорее всего, соответствуют кыновский и саргаевский горизонты, возможно, и низы семилукского горизонта Русской платформы и западного Урала и их стратиграфические аналоги в других регионах – изылинский и вассинский горизонты Кузнецкого бассейна и т.д., отмечает он.

Таким образом, ***чраханинскую свиту,*** установленную в объеме ***Cyrtospirifer disjunctus elegans***, на основе присутствия в ней общеизвестных и характерных видов, таких как: *Ripidiorhynchus barroisi, R.boloniensis, Spinatrypina (Sp.) comitata, Phillipsastraea ibergensis, Neostringophyllum modicum* и др., следует сравнивать со слоями (пачками) Кудеруссе и Бастье формации (свиты) Фромелен (F1a-c), а также Камбресек и Нос формации (свиты) Больё (F2a,b) Франко-Бельгийского, т.е. Динантского, бассейна. В Германии чраханинской свите, возможно, соответствуют нижние слои свиты Адорф. Чраханинской свите, скорее всего, соответствуют определенная верхняя часть пашийского горизонта и кыновский горизонт Русской платформы и западного склона Урала и их стратиграфические аналоги в других регионах – изылинский и вассинский горизонты Кузнецкого бассейна и т.д. Что касается основной части пашийского горизонта, имеющегося в основании франского яруса в стратиграфической схеме верхнего девона Русской платформы и западного склона Урала (В.А. Аристов, 1977), то его аналогов в Закавказье, как отметил при определении наших конодонтов В.Г.Халымбаджа,

следует искать в самых верхах верхнеарпачайской подсвиты живетского яруса, т.е. в самых верхах зоны *undiferus-pseudovolhynica*, либо пашийскому горизонту (вернее, его основной нижней части) соответствует небольшая низкая часть чраханинской свиты.

По конодонтовой шкале Н.С.Овнатанова и В.А.Аристов (1984) сравнивают чраханинскую свиту с зоной *hermanni-cristatus*. Они установили в рассматриваемой свите следующий конодонтовый комплекс: *Polygnathus xylus, Pol.normalis, Icriodus expansus, I.brevis*. А В.Г.Халымбаджа по нашим материалам установил из рассматриваемой свиты уже указанный выше конодонтовый комплекс, и такое сочетание видов, по его заключению, обычно в низах франского яруса.

***Багарсыхская свита*** установлена Р.А.Аракеляном (1964) в объеме брахиоподовой зоны ***Cyphoterorhynchus koraghensis - Cyrtospirifer subarchiaci*** (Мамедов, 1962); стратотип находится в ущелье р.Багарсых-Дереси в Шарурском районе Нахчыванской АР. Нижняя граница устанавливается, прежде всего, по появлению в разрезе видов-индексов.

Отложения багарсыхской свиты широко развиты в бассейне реки Восточный Арпачай как в пределах Азербайджанской Республики (Нахчыванской АР) – в районе сел.Данзик, пос.Гюмушлуг, Пая-Дереси, на обоих бортах долины Яйджи-Дереси, в среднем ее течении, так и в пределах Армении – немного ниже (т.е. южнее) бывшего селения Эртич. Они распространены также в районе Багарсых-Дереси, на южном склоне хребта Багарсых и в окрестностях селений Садарак и Кадирли.

Свита литологически представлена темно-серыми известняками, черными глинистыми сланцами и редко желтовато-серыми песчаниками и кварцитами; преобладают известняки.

В свите участвуют 49 видов и подвидов брахиопод, из которых: 1) 7 видов переходят из среднего девона (*Schizophoria cf.schnuri Struve, Douvellina dutertria (Murch.), Productella cf.productoides Murch., Kransia ex gr.parallelepipeda (Bronn), Ripidiorhynchus ferguensis (Goss.), Spinatrypa (Ex.) tubaecostatus (Paeck.), Cyrtospirifer lonsdalii (Murch.)* и др.); 2) 8 видов переходят из чраханинской свиты *(Ripidiorhynchus barroisi (Rigaux), Spinatrypina(Sp.) robusta Copper, Apousella bouchardi (Murch.), Cyrtospirifer schelonicus Nal.* и др.); 3) 34 вида появились в разрезе самой багарсыхской свиты. Они следующие: *Schizophoria giganteus Mam.,sp.nov., Productella subaculeata (Murch.), Pr. chitralensis Reed, Leiorhynchus pavlovi markovskii Ljasch., Ripidiorhynchus(?) kotalensis Brice, Cyphotherorhynchus koraghensis (Reed), C.koraghensis interposites Sart., C.arpaensis Abr., C.ajdynica Rzon., Desquamatia symmetria (Ljasch.), D.nakhitchevanensis Mam., Spinatrypina(Sp.) chitralensis (Reed), Cyrtospirifer disjunctus (Sow.), C.verneuili vigarii Pellizzari, C.verneuili echinosus Ljasch., C.gortani Pellizzari, C.whitneyi (Hall), C.subarchiaci (Grabau), Uchtospirifer multiplicatus miron Brice* и др.; 4) 7 видов проходят в фаменский ярус *(Productella subaculeata (Murch.)* и др).

Из брахиопод, характерных для багарсыхской свиты франского яруса Южного Закавказья, *Douvillina dutertria (Murch.)* распространена в семилукских слоях франского яруса Тимана. *Ripidiorhynchus barroisi (Rigaux)* в Болонии (Франция) встречается в нижнем и среднем фране. *Cyphoterorhynchus koraghensis (Reed)* и *C.arpaensis Abr.* в Афганистане встречаются в нижне- и верхнефранском (?) подъярусах. *Spinatrypina (Sp.) robusta Copp.* установлена в d'Allemagne во франских отложениях; она в Афганистане также встречается во франских отложениях. *Spinatrypina (Ex.) tubaecostata (Paeck.)* встречается в известняках Дорпер Германии (переходные слои между средним и верхним девоном) и в известняках Иберг (Iberger kalk). *Desquamatia symmetrica Ljasch*. встречается в отложениях алатырского горизонта центральной области Русской платформы и нижнесирачайского горизонта Тимана. *Cyrtospirifer schelenicus schelenicus Nal.(sensu Rzon., 1952; Brice, 1970)* происходит из свинордских слоев нижнефранского подъяруса Ленинградской области. А.И.Ляшенко (1959) приводит его из рудкинского горизонта центральных областей Русской платформы. В Кузнецком бассейне он найден М.А.Ржонсницкой (1975) в нижнефранских отложениях (фаленовые слои). В Афганистане (в районе Ghcuk) он встречается в среднефранских отложениях, совместно с ринхонеллидами *Cyphoterorhynchus koraghensis (Reed)*. П.Сартенер (Sartenaer, 1966) приво-

дит его из среднего и верхнего франа Ирана. *C.disjunctus (Sow.)* часто встречается в отложениях семилукского горизонта Русской платформы (является одним из важнейших видов этого горизонта); во франском ярусе Западной Европы; в низах франского яруса Тимана и Вайгача. Типичный *C.verneuili* во Франции встречен в верхнефранских известняках Ферк, а в Кузнецком бассейне весьма характерен для нижнефранского подъяруса (прелончусовые, косоутесовские и курундусские слои). Подвид *C.verneuili echinosus Ljasch*. в Тимане встречается в нижнем фране. Д.Брисе (Brice, 1970) также приводит его из низов франского яруса Афганистана. *Uchtospirifer multiplicatus* и его подвид *U.multiplicatus minor* установлен Д.Брисе (Brice, 1970, p.149) в среднефранских отложениях Афганистана. В Иране *U.multiplicatus* встречается в средне- и верхнефранских отложениях (Brice, 1970).

Таким образом, по комплексу брахиоподовой фауны твердо устанавливается франский возраст багарсыхской свиты, причем подавляющее большинство видов датируют ее возраст как нижне- и среднефранский при трехчленном расчленении франского яруса.

В отложениях багарсыхской свиты установлено всего 5 видов ругоз: *Neostringophillum heterophylloides (Frech), N.modicum Smith, Hexagonaria hexagona Joh* и др., из табулятоморфных кораллов – 6 видов: *Crassialveolites obtortus (Lec.), Thamnopora aff. nicholsoni (Frech)* и др. Как Н.Я.Спасский, так и В.Н.Дубатолов, определившие наши образцы по кораллам, указывают, что такой комплекс кораллов может свидетельствовать о франском ярусе.

Из багарсыхской свиты по нашим материалам определены конодонты (опр. В.Г.Халымбаджи): *Icriodus brevis Stauffer, I.ex pansus Br.et Mehl., I.difficilis Zieg., Klapp.et Johnson, I.aff.nodosus Hudle, Polygnathus varcus Stauffer, P.xylus xylus Stauffer* и др.

По заключению В.Г.Халымбаджи (1978 и 1981), такое сочетание видов конодонтов могут встречаться в низах франского яруса. Этот комплекс, по его заключению, характерен для верхней подзоны зоны *varcus*.

В итоге ***багарсыхская свита*** во Франко-Бельгийском (Динантском) бассейне, по-видимому, соответствует слоям (пачкам) Патюр свиты (формации) Больё (F2c,d,e) и слоям (пачкам) Фьéн, Буа и Паризьéн свиты (формации) Фéрк (F2f-h) франского яруса. В Рейнской области багарсыхскую свиту Закавказья следует сопоставить со средней частью свиты Адорф, т.е. интервалом, соответствующим средней и верхней подзонам конодонтовой зоны *asymmetricus*. Багарсыхская свита, скорее, соответствует: саргаевскому и семилукскому горизонтам центральных и восточных районов Русской платформы и их аналогам в других регионах, например, терехинскому горизонту Кузбасса. В Афганистане багарсыхской свите соответствует так называемая 6 зона с *Cyphoterorhynchus koraghensis (Reed)*, возраст которой ныне доктором Д.Брисе (Brice, 1977) принимается за нижний фран, а ранее она эти отложения с *C. koraghensis* относила к среднему франу (Brice, 1970).

***Яйджинская свита***, расположенная в непрерывном разрезе верхнего девона Нахчыванской АР между багарсыхской и нораванкской свитами, состоит из терригенных материалов – аргиллитов, кварцитов, песчаников и алевролитов. Преобладают: в нижней половине толщи – аргиллиты, в верхней половине – кварциты; они палеонтологически не охарактеризованы.

Эти отложения в 1985 году А.Б.Мамедовым и М.А.Ржонсницкой (Mamedov, Rzhonsnitskaja, 1985) выделены в отдельное стратиграфическое подразделение, названное яйджинской подсвитой, и отнесены к верхам багарсыхской свиты франского яруса. В настоящее время нами эти отложения принимаются как самостоятельная свита. Стратотип находится в окрестности сел.Ашагы Яйджи, немного выше (севернее) селения, на левом берегу реки Восточный Арпачай; мощность – 154 м. Нижняя граница устанавливается исчезновением в разрезе фауны, столь широко развитой в подстилающих отложениях багарсыхской свиты. Отложения яйджинской свиты распространены в тех обнажениях, где развиты отложения багарсыхской свиты, однако, за исключением яйджинского разреза, нигде не обнажаются в полном объеме, с обеими (нижней и верхней) границами.

По стратиграфическому положению возраст яйджинской свиты, расположенной в

непрерывном разрезе между нижнефранским подъярусом и нижнефаменским подъярусом, устанавливается как позднефранский при двухчленном расчленении франского яруса.

Яйджинская свита, возможно, соответствует бурегскому, воронежскому, евлановскому и ливенскому горизонтам Центральных районов Русской платформы, Волго-Уральской нефтяной области и их аналогам в других регионах.

Во Франко-Бельгийском бассейне, возможно, этому интервалу соответствует верхняя часть свиты Франс (так называемой "ассоциации Франк") (F2i?,j) и свита Матан (F3a,b), а в эйфельских сланцевых горах – верхняя половина свиты Адорф. Яйджинскую свиту можно сопоставить с отложениями верхнефранского подъяруса Афганистана.

По конодонтовой шкале яйджинская свита, по-видимому, соответствует интервалу зон *Ancyrognathus triangularis - Palmatolepis gigas* и *Palmatolepis triangularis* (нижняя часть).

**Фаменский ярус** в разрезах девона Закавказья представлен шестью местными свитами: нораванкской, эртичской, кадирлинской, шамамидзорской, гортунской и аршакиахбюрской; каждому подъярусу при трехчленном расчленении яруса соответствуют по две свиты.

***Нораванкская свита***, относящаяся к низам нижнефаменского подъяруса, в непрерывных разрезах верхнего девона Закавказья выделена в объеме брахиоподовой зоны ***Mesoplica meisteri*** (Абрамян, 1957). Стратотип находится в пределах Амагу-Гнишикской антиклинали в ущелье р.Гнишик, под монастырем Нораванк (Армения). Нижняя граница проводится по появлению в разрезе вида-индекса, *Cyrtospirifer asiaticus Brice (=C. archiaci Murch., sensu Verneuil, 1845)* и других сопровождающих видов.

Кроме стратотипического разреза, отложения нораванкской свиты обнажаются в эртичском и яйджинском (парастратотип) разрезах и в низовье Багарсых-Дереси. Представлены мощными, светлыми, часто сахаровидными кварцитами и черными, буровато-черными глинистыми сланцами, включающими в себя пласты и пропластки темно-серых, песчанистых известняков и светло-голубоватых алевролитов. Мощность свиты колеблется в пределах 60-151,5 м; максимума она достигает в Яйджинском разрезе, а минимума – в районе Багарсых-Дереси.

Известняки нередко содержат органические остатки: брахиоподы, фораминиферы, конодонты, водоросли и др.

В отложениях нораванкской свиты встречено 10 видов и подвидов брахиопод (см.табл.): *Mesoplica meisteri (Peetz), M.tasadyrica (Nal.), M.kayseri Khalfin, Ripidiorhynchus griasica Nal., Cyrtospirifer asiaticus Brice, Tenticospirifer cf.tenticulum (Vern., sensu Tien, 1938)* и др.; из них 8 видов появляются в самой нораванкской свите.

Из этих брахиопод *Mesoplica meisteri* является руководящей формой для мейстеревских слоев нижнего фамена Казахстана. *M.tasadyrica* описана Д.В.Наливкиным (1937) из верхов мейстеревских слоев Казахстана. *Ripidiorhynchus griasica* является распространенной и руководящей формой для елецких слоев (нижний фамен) Ленинградской и Воронежской области Русской платформы. *Cyrtospirifer asiaticus* является одной из характерных, руководящих форм для низов фаменского яруса. *Tenticospirifer tenticulum* происходит из бурегских слоев Урала и т.д.

Таким образом, почти все виды брахиопод, встреченных в нораванкской свите Закавказья, датируют ее возраст как раннефаменский.

В отложениях нораванкской свиты определено 13 видов и подвидов конодонтов (опр.В.Г.Халымбаджи): *Icriodus cornudus Sannem., I.alternatus (Br.et Mehl,), I.subterminus Joung., Polygnathus aff.desorosus Stauffer, Pol. sagittalis Khalym.sp.nov., Pol.szulcewskii Matysa, Pol.procetus Br.et Mehl*. и др. (Чижова, Халымбаджа и др., 1979/5).

Анализируя вышеприведенный конодонтовый комплекс, В.Г.Халымбаджа заключает, что, за исключением *Pol.streeli*, все остальные виды распространены чаще всего в низах фаменского яруса. В целом В.Г.Халымбаджа считает, что нораванкская свита, возможно, соответствует конодонтовой зоне *Palmatolepis triangularis*.

Таким образом, нораванкская свита соответствует: задонскому горизонту Русской платформы, нижней части ижемской свиты Южного Тимана, ионишской свите Литвы, макаровскому горизонту западного склона

Южного и Среднего Урала, коголысайскому горизонту Среднего Тянь-Шаня, мейстеревским слоям Северо-Восточного Казахстана и их аналогам в других регионах.

В Бельгии, возможно, нораванкской свите соответствуют нижняя часть слоев Сензейл (Fa1a). В Рейнской области с нораванкской свитой Закавказья следует сопоставить нижнюю часть свиты Нехден. В Афганистане с нораванкской свитой можно коррелировать нижнюю часть так называемой 9 зоны с *Cyrtospirifer asiaticus* (Brice, 1977).

***Эртичская свита*** принимается в объеме брахиоподовой зоны ***Cyrtiopsis orbelianus - Cyrtiopsis davidsoni famenniana***. Стратотип свиты находится в бассейне р.Восточный Арпачай, вдоль ее левого берега, у развалин сел.Эртич. Нижняя граница устанавливается по появлению в разрезе видов-индексов соответствующей зоны и представителей сопутствующего комплекса брахиопод: *Ptychomaletoechia omaliusi (Goss.), Centrorhynchus baitalensis Reed* и др. Отложения эртичской свиты обнажаются в бассейне реки Восточный Арпачай – в эртичском (стратотип) и яйджинском (парастратотип) разрезах, а также в средней части ущелья Шамамидзор.

Литологически отложения эртичской свиты представлены известняками, кварцитами и черными, буровато-черными глинистыми сланцами. Мощность свиты в стратотипическом эртичском разрезе составляет 82,5 м, а наибольшую мощность она имеет в яйджинском разрезе – 256 м.

Пласты и пропластки известняков, особенно песчанистых, содержат весьма богатую фауну, преобладающими из них являются брахиоподы. В свите участвуют несколько пластов и пропластков, состоящих целиком из известковистых водорослей.

В эртичской свите участвуют 57 видов и подвидов брахиопод (см.схему): *Schuchertella chemungensis Conrad, Productella chitralensis Reed, Pr.lachrymosa Hall, Mesoplica tasadyrica (Nal.), Praewaagenoconcha speciosa (Hall), Pareliana Möell., Ripidiorhynchus ferguensis (Goss.), Ptychomalotoechia omaliusi (Goss.), P.depradi (Mansuy), P.turanica (Roman.), P.charakensis Brice, Centrorhynchus letiensis (Goss.), C.baitalensis (Reed), Eoparophorhynchus triaqualis (Goss.), Paryphorhynchus cf.fatima Hal., Pugnoides nana Martynova, Yunnanella synplicata Grabau, Camarotoechia ex gr.sobrina Stainb., Cyrtospirifer verneuili yunnanensis (Mansuy), C.whitneyi (Hall), Cyrtiopsis orbelianus (Abich.), C.davidsoni famenniana Paeck., Athyris gurdoni (Reed)* и др. Из этого комплекса 42 вида и подвида появляются в самой эртичской свите.

Подавляющее большинство видов из этого комплекса известно из фаменского яруса Евразии и Северной Америки, причем главным образом они распространены в нижнем фамене, и вышеприведенный комплекс брахиопод определяет раннефаменский возраст эртичской свиты Закавказья. Например, *Schuchertella chemungensis* в Северной Америке происходит из слоев *Chemung* верхнего девона. В Казахстане этот вид распространен в мейстеревских слоях нижнего фамена и т.д.

Таким образом, эртичскую свиту на основе богатейшего комплекса фауны, прежде всего брахиоподовой фауны, можно коррелировать: с елецким горизонтом (с прихватом небольших верхних слоев задонского горизонта) центральных районов Русской платформы, с верхними частями мейстеревых слоев Северо-Восточного Казахстана, макаровским горизонтом Урала и их стратиграфическими аналогами в других регионах. В Франко-Бельгийском бассейне интервалу разреза эртичской свиты Закавказья, по-видимому, соответствуют слои Мариембург (Fa1b) с характерными формами *Ptychomaletoechia omaliusi (Goss.)*. В Рейнской области рассматриваемому интервалу разреза эртичской свиты соответствует средняя большая часть свиты Нехден. В Афганистане этому интервалу, по-видимому, соответствует верхняя часть так называемой 9 зоны с *Cyrtospirifer asiaticus Brice (=C. archiaci Vern., 1845; non Murchison, 1840), C. quadratus Nalivkin, etc*.

Встреченный здесь конодонтовый комплекс дал основание В.Г.Халымбадже (1979), определившему наши материалы, считать возраст эртичской свиты по конодонтам как верхи нижнего фамена и коррелировать ее с зоной *crepida.* В.А.Аристов (1977; 1979), ранее определивший из этого интервала конодонты, также относит эту свиту к зоне *crepida* по схеме Циглера (Ziegler, 1971).

***Кадирлинская свита*** принимается в объеме зоны ***Dmitria seminoi*** по схеме М.С.Абрамян (1957). Она согласно залегает на эртической свите и по своему фаунистическому комплексу отличается от последней. Нижняя граница устанвливается прежде всего появлением в разрезе вида-индекса *D.seminoi (Viq.).*

Отложения кадирлинской свиты имеют наибольшее развитие на территории Армении – в ущелье Шамамидзор (стратотип); в пределах Амагу-Гнишикской антиклинали – в ущелье р.Чрахана (левый приток р.Гнишик), к юго-западу от сел.Гнишик; в Араратском районе, на берегу реки Аракс, у сел.Шихлар, на одном из изолированных холмов. А на территории Нахчыванской АР – в окрестности сел.Нижний Яйджи (парастратотип); на большой территории, расположенной между р.Багарсых-Дереси на востоке и р.Джаанам-Дереси на западе, в полосе ближе к водораздельной части хребта Багарсых.

Литологически свита представлена перемежающимися пачками известняков, кварцитов, аргиллитов и песчаников; преобладающими являются кварциты и аргиллиты. Мощность свиты в стратотипическом Шамамидзорском разрезе насчитывает 106 м, а в парастратотипическом Яйджинском разрезе – 105 м.

В свите встречены: брахиоподы, кораллы (ругозы), конодонты и фораминиферы. Из брахиопод в кадирлинской свите обнаружено 24 вида и подвида: *Schizophoria ex gr. impressa (Hall), Schellwienella cf.percha Stainb., Productella cf.herminae Frech., Pr.lachrymosa Hall, Whidbornella caperatiformis (Abr.), Mesoplica ex gr.simplicior Whidb., Ptychomaletoechia omaliusi (Goss.), P.charakensis Brice, Centrorhynchus letiensis (Goss.), Cyrtospirifer verneuili yunnanensis (Mansuy), C.sinensis mut. alfa (Grabau), Dmitria seminoi (Viq.), Athyris pseudoglobularis (Reed.)* и др. Из тех видов, которые появились в разрезе кадирлинской свиты, *Dmitria seminoi* установлен в верхнем девоне Ирана. В Афганистане этот вид встречается в зоне "*archiaci*" и зоне *Ptychomaletoechia(?) turanica* верхнего фамена при его двухчленном расчленении. *Schizophoria impressa Hall* в Северной Америке встречается в слоях Чемунг, в Казахстане – в сульциферовых слоях. *Schellwienella percha* в Северной Америке, в районе Нью-Мехико, происходит из свиты Перча (Percha formation), а в Афганистане – из верхнефаменских отложений и т.д. Многие виды берут свое начало с нижнефаменского века, т.е. появились в подстилающих отложениях. В то же время ряд видов появился в разрезе с основания рассматриваемой свиты, и они, а также большинство из указанных транзитных видов в целом распространены в верхнем фамене разных геологических провинций мира при двухчленном расчленении яруса. Следовательно, присутствие в комплексе множества нижнефаменских элеметов и появление в сообществе многих новых видов, распространенных в более молодых образованиях, чем нижнефаменские, дают основание установить возраст кадирлинской свиты как основание среднефаменского подъяруса при трехчленном его расчленении.

По нашим материалам, из конодонтов определен (опр.В.Г.Халымбаджи) *Pelekysgnathus aff.nodosus Thomas*, распространенный в низах верхнего фамена, при двухчленном его расчленении. По данным В.А.Аристова (Аристов и др., 1979), здесь встречаются многочисленные конодонты: *Polygnathus semicostatus Br.et Mehl., Pol.communis communis Br.et Mehl.* и др. По заключениям Н.С.Овнатановой и В.А.Аристова (1984), этот комплекс скорее отвечает зонам *rhomboidea* и *marginifera*.

Таким образом, ***кадирлинскую свиту*** можно коррелировать с лебедянским горизонтом и нижней частью данковского горизонта Русской платформы (мценские слои). На Южном Урале аналогом кадирлинской свиты, возможно, является нижняя часть мурзакаевского горизонта, которая также отвечает конодонтовым зонам *rhomboidea* и *marginifera*. Кадирлинскую свиту Закавказья можно коррелировать с самой нижней частью сульциферовых слоев Казахстана. В Франко-Бельгийском бассейне, возможно, рассматриваемой свите соответствуют: слои Эснье (Fa1c), слои Суверен-Пре (Fa2a) с *Centrorhynchus letiensis (Goss.)* и др., которые также соответствуют конодонтовым зонам *rhomboidea* и *marginifera*. В Германии кадирлинской свите Закавказья синхронны верхняя часть свиты Нехден (Fa1c-Fa2a) и низы свиты Хемберг (Fa2b). В Афганистане с рассматриваемой свитой синхронна так называемая 10 зона с *Dmitria seminoi* (Brice, 1970; 1977).

***Шамамидзорская свита*** принимается в объеме зоны ***Cyrtospirifer pamiricus – Enchondrospirifer ghorensis***. Стратотип расположен в ущелье Шамамидзор, в пределах кадирлинской антиклинали. Нижняя граница устанавливается появлением в разрезе видов-индексов данной зоны и множеством других характерных видов (представителей родов: *Sentasia, Araratella, Syntectirostrum* и др.). Они распространены во всех структурах, где обнажаются подстилающие отложения кадирлинской свиты и залегают на них согласно. Кроме того, прекрасные обнажения шамамидзорской свиты имеются: в районе сел.Данзик, недалеко от развалин сел.Мамадасан; в низовье Багарсых-Дереси, у кишлака сел.Махмуд-Кенд; а также небольшие выходы их имеются у юго-западного подножья г.Тежгар.

Свита представлена известняками, аргиллитами, алевролитами и кварцитами, перемежающимися между собой. Известняки сильно песчанистые и переполненные органическими остатками, главным образом брахиоподами. Мощность свиты – 33-60 м, максимальная мощность наблюдается в окрестности сел.Нижний Яйджи, а минимальная – в ущелье Шамамидзор. В других разрезах они обнажаются не полностью.

Шамамидзорская свита весьма богато представлена палеонтологически, особенно брахиоподами. Здесь было встречено 49 видов и подвидов брахиопод: *Aulacella cf.interlineata (Sow.), Schizophoria ex gr. impressa (Hall), Schuchertella chemungensis Conrad, Productella herminae Frech, Mesoplica tasadyrica (Nal.), M.simplicior Whidb., Planoproductus hillsboroensis (Kindle), Sentosia retiformis (Kr.et Karp.), Ptychomaletoechia ex gr.dumonti (Goss.), Centrorhynchus baitalensis (Reed), Eoparophorhynchus triaqualis (Goss.), Araratella dichotomians Abr., Camarotoechia sobrina Stainb., C.tenisica Martynova, Cyrtospirifer verneuili cyringothyriformis Paeck., C.tarbagataicus (Vas.), C.choui (Grabau), C.pamiricus Reed, C.procumbens Simorin, Enchondrospirifer ghorensis Brice, Athyris sulcifera Nal.* и др. Из них 15 видов характерны только для рассматриваемой свиты. Из них: *Aulacella interlineata* в Англии встречается в слоях Пильтон; она довольно часто встречается в фаменских отложениях Урала, Казахстана (в мейстеревских и сульциферовых слоях). *Planoproductus hillsboroensis* в Северной Америке, в районе Нью-Мехико, встречается в слоях Перча (Percha formation*). Productella baitalensis* в Афганистане, на перевале Ак-Байтал (Памир), встречается в нижнем фамене и в основании верхнего фамена при двухчленном расчленении яруса. *Sentosia retiformis* происходит из кыновского горизонта Урала и нижнего турне Берчогура. *Cyrtospirifer tarbagataicus* распространен в фаменских отложениях Тарбагатая (Казахстан - низы неодевона). *C.pamiricus* происходит из фаменского яруса района Ак-Байтала на Памире. *Enchondrospirifer ghorensis* встречается в верхнем фамене Центрального Афганистана при двухчленном расчленении этого яруса и т.д.

В.Г.Халымбаджа, определивший конодонты из этого интервала, относит шамамидзорскую свиту к границе зон *velifer-styriacus*. Он указывает, что в конодонтовом комплексе *Pelekysgnathus inclinatus* распространен от зоны *velifer* до нижней *costatus; Polygnathus streeli u Pol. collinsoni* – от зоны *styriacus* до зоны *costatus*. В комплексе присутствуют виды, обычно не поднимающиеся выше зоны *velifer* и виды, возникающие в низах *styriacus*.

Таким образом, шамамидзорская свита, относимая нами к верхам среднего фамена, видимо, соответствует средней части данковского горизонта центральных областей Русской платформы и верхней большей части мурзакаевского горизонта Урала. Её следует сопоставлять с сайрамским горизонтом Среднего Тянь-Шаня, со средней частью сульциферового горизонта северо-восточного Казахстана и их стратиграфическими аналогами. Подтверждением тому могут служить встреченные здесь, кроме видов-индексов, такие виды, как: *Planoproductus hillsboroensis (Kindle), Camarotoechia tenisica Mart., Cyrtospirifer procumbens Sim.* и др. В Динантском бассейне с шамамидзорской свитой следует сопоставить слои Монфор (Monfort) (Fa2b) и низы слоев Эвье (Evieux) (Fa2c). В Германии с шамамидзорской свитой, видимо, синхронны верхи свиты Хемберг (Fa2b). В Афганистане с шамамидзорской свитой следует сопоставить отложения так называемой 11 зоны с представителями *Araratella, Enchondrospirifer, Dichospirifer* и др., в том числе с видами-индексами.

***Гортунская свита,*** принятая в объеме брахиоподовой зоны ***Paurogastroderhynchus nalivkini,*** нами относится к низам верхнего фамена при его трехчленном расчленении. Стратотип свиты обнажается в ущелье р.Арацо, к югу от сел.Гортун. Нижняя граница определяется по появлению в разрезе вида-индекса зоны и вообще резкому сокращению фаунистического комплекса и изменению литологического состава. Отложения ее, кроме стратотипического разреза, распространены в южной части бассейна реки Восточный Арпачай: в районе сел.Нижний Яйджи − у северного подножья г.Геранкаласы (парастратотип); на восточной, северо-восточной грядах с вершиной г.Мюнх-Бала оглы; в низовье Багарсых-Дереси – к югу от г.Кабахдаг; у западного и юго-западного подножья г.Тежгар; на отрогах г.Бирали-Кузей, узкой полосой протягиваясь к западу до южного подножья Урцкого хребта и в ущелье Шамамидзор.

Сложена терригенными породами (пестроцветными глинистыми сланцами и алевролитами) с прослоями и пачками ожелезненных глинистых (отчасти песчанистых), сильно слюдистых известняков, обычно буровато-серого и бурoватого цвета. Мощность отложений колеблется от 28 м в стратотипе до 112 м в парастратотипическом Яйджинском разрезе.

Известняки гортунской свиты нередко содержат многочисленные раковины брахиоподовой фауны, главным образом изолированные створки *P.nalivkini*. В целом, в свите встречается 31 вид и подвид брахиопод, из которых: *Bagrasia chonetiformis (Kr.et Karp.*) распространена в верхах верхнего фамена и в этренских слоях Южного и Северного Урала. *B.scabricula (Martin)* встречается в верхах девона и низах карбона Англии, Арденн и в ряде районов Азии и Восточной Европы, а также в Афганистане. *Paurogastroderhynchus nalivkini (Abr.)* установлен в отложениях гортунской свиты верхнего фамена Закавказья и является руководящей формой для этой свиты; примерно на этом же стратиграфическом уровне обнаружен он в Афганистане (Brice, 1977). *Cyrtospirifer insulcifer lectus Mart.* происходит из верхней части сульциферовых слоев Центрального Казахстана. Виды *Cyrtospirifer krestovnikovi Nal., Spirifer distans Sow.* и *S.pseudosuavis Kr.et Karp.* известны из этренских ракушняков Южного Урала. *Athyris squamigra Kon. и Actinoconchus struniensis (Dehee)* происходят из зоны Этрен стратотипического района Динантского бассейна. В отложениях гортунской свиты продолжает существовать много видов, появившихся в разрезе среднего фамена; таковых 17 видов. В то же время вновь появившиеся в гортунской свите виды (всего 12) во многих регионах мира являются характерными для верхних слоев фамена и для переходных слоев девона и карбона.

Таким образом, ***гортунскую свиту,*** относимую к низам верхнего фамена при его трехчленном расчленении следует сопоставить с верхами данковского горизонта, т.е. с кудеяровскими слоями Русской платформы; верхнезеленецким подгоризонтом Тимано-Печорской провинции; усть-карагандинскими слоями и нижней частью симоринского горизонта Казахстана; кушелгинским горизонтом Урала и их аналогами в других регионах. Во Франко-Бельгийском бассейне гортунскую свиту следует сопоставить с аммоноидовыми зонами: *Gonioclimenia speciosa, Kalloclimenia subarmata и Wocklumeria sphaeroides*. То есть, во Франко-Бельгийском бассейне с гортунской свитой Закавказья можно сравнивать верхнюю часть слоев Евьё (Fa2c), слои Комблайн-Пон (Fa2d), по крайней мере нижнюю половину этого подразделения. В Эйфельских горах с рассматриваемой свитой синхронны свита Дасберг (Fa2c) и нижняя часть так называемых слоев Ваклюмер (Fa2d). В Афганистане гортунской свите Закавказья соответствует так называемая 12 зона по Д.Брисе (Brice, 1977) с *Paurogastroderhynchus nalivkini (Abr.), Buxtonia scabricula (Sow.)* и др. В Северной Америке гортунской свите отвечает свита Перча (Percha formation) с *Schellwienella percha Stainb., Camarotoechia sobrina Stainb., Cyrtospirifer kindlei St.* и др., по крайней мере ее нижняя большая половина. Отсюда определен большой комплекс конодонтов. Однако отсутствие зональных видов в отложениях гортунской свиты, по указанию В.А.Аристова (1979), Гечишникова и др. (1982), не позволяет найти ее эквивалент в стандартной конодонтовой шкале (Ziegler, 1971).

***Аршакиахбюрская свита***, принятая в объеме брахиоподовой зоны ***Spinocarinifera niger - Hamlingella goergesi - Sphenospira julii***

ныне относится к верхам верхнефаменского подъяруса. Стратотип свиты расположен в ущелье реки Аршакиахбюр в пределах кадирлинской антиклинали, на ее юго-западном крыле. Нижняя граница свиты довольно четкая, она соответствует началу трансгрессивного цикла осадконакопления и проводится по появлению песчано-глинистых несколько комковатых, обычно красновато-бурых известняков, с обильной брахиоподовой фауной: *Spinocarinifera niger (Goss.), Mesoplica praelonga (Sow.), Sphenospira julii (Dehee)* и другими характерными для этой свиты видами. Верхняя граница проводится в основании пачки аргиллитов с тонкими плитчатыми прослоями песчанистых и песчано-глинистых известняков с *Rhipidomella michellini (L'Ev.), Undispirifer* группы *U.tornacensis (Kon.), U.ussiensis Tolm., Camarotoechia panderi (Sem.et Moell.), Syringothyris cf.hannibalensis Winch.* и др. характерными для низов каменноугольной системы видами.

Отложения аршакиахбюрской свиты обнажаются в тех разрезах, где развиты отложения гортунской свиты верхнего фамена, и согласно залегают на них. Литологически свита представлена в основном перемежающимися пачками желтовато-серых песчанистых известняков и черных глинистых сланцев, включающих в себя также и пласты, и пропластки песчаников и кварцитов. Мощность – 60-100 м.

Из органических остатков встречаются многочисленные брахиоподы, кораллы, двустворчатые моллюски, криноидеи, фораминиферы, известковистые водоросли, конодонты и др., и почти по всем группам фауны четко определяется ее этренский возраст. Таким образом, фаунистический комплекс ***аршакиахбюрской свиты*** близок к таковому слою *Etroeungt (*Tn1a) и, возможно, самым низам слоев *Hastier* (Tn1b) Франко-Бельгийского бассейна. В Германии рассматриваемой свите адекватна верхняя половина так называемых слоев Ваклюмер (Tn1a). С аршакиахбюрской свитой синхронны лытвинский горизонт Южного Урала, рудоносные слои лиманской свиты Днепровско-Донецкой впадины – отложения "$C_1^{th}$а" Донбасса, верхняя большая часть симоринского горизонта Казахстана (ныне все эти стратиграфические подразделения по решению МСК относятся к верхам верхнего фамена). В западной и центральной частях Русской платформы аршакиахбюрской свите отвечает заволжский горизонт. В пределах Кузнецкой котловины с аршакиахбюрской свитой можно сравнить абышевский горизонт. Аршакиахбюрскую свиту можно сопоставить с отложениями уровня зоны Этрен в Иране и Афганистане; в Афганистане эти отложения входят в состав так называемой 12 зоны (Brice, 1977). В Северной Америке с аршакиахбюрской свитой можно сопоставить верхнюю часть свиты Перча Нью Мексика (Percha formation, New Mexico), а также нижние слои серии Киндерхук (слои бушберг и ганнибал) области бассейна р.Миссури.

По конодонтовой шкале аршакиахбюрская свита соответствует, по заключению В.Г.Халымбаджи (определившего наши материалы), средней и верхней подзонам зоны *costatus*.

Н.С.Овнатанова и В.А.Аристов (1984) аршакиахбюрскую свиту относят к конодонтовой зоне *costatus*.

**ЛИТЕРАТУРА**

АБРАМЯН, М.С. 1957. Брахиоподы верхнефаменских и этренских отложений юго-западной Армении. Изд. АН Арм.ССР. Ереван. 142.

АРАКЕЛЯН, Р.А. 1964. Палеозой: Верхний протерозой. Девон. В кн.: *Геология Армянской ССР. Т.II. Стратиграфия*. Изд. АН Арм.ССР. Ереван. 21-96.

АРИСТОВ, В.А. 1977. Конодонты верхнего девона и нижнего карбона и их стратиграфическое значение (на примере Закавказья). Автореф. канд. дисс. Москва. 24.

АРИСТОВ, В.А. 1979. Особенности комплексов конодонтов верхнего девона и нижнего карбона Закавказья. В кн.: *VIII Межд. конгресс по стратиграфии и геологии карбона. Т.III*. Наука, Москва, 235-238.

АРИСТОВ, В.А., ГРЕЧИШНИКОВА, И.А., ЧИЖОВА, В.А., ФЕЛИКС, В.П. 1979/5. Расчленение и корреляция фаменских и нижнетурнейских отложений Закавказья – Нахчыванская АССР (по брахиоподам, конодонтам и остракодам). *Serv. Geol. Belg. Prof. pap.,* 161, 87-95.

ГРЕЧИШНИКОВА, И.А., АРИСТОВ, В.А., РЕЙТЛИНГЕР, Е.А., ЧИЖОВА, В.А. 1982. Биостратиграфия пограничных отложений девона и карбона Закавказья (опорные разрезы). СВКНИИ ДВНЦ АН СССР. 38. (препринт).

ЛЯЩЕНКО, А.И. 1959. Атлас брахиопод и стратиграфия девона Русской платформы. Гостоптехиздат. Москва. 452.

МАМЕДОВ, А.Б. 1962. Стратиграфия и фауна данзикской свиты девона Нах.АССР. Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук. Баку. 16.

НАЛИВКИН, Д.В. 1937. Брахиоподы верхнего и среднего девона и нижнего карбона северо-восточного Казахстана. *Труды ЦНИГРИ*, 99, Госгеолиздат, 200.

ОВНАТАНОВА, Н.С., АРИСТОВ, В.А. 1984. Биостратиграфия верхнедевонских отложений Закавказья по конодонтам. *Изв. АН СССР, серия геологическая*, 5, 61-68.

РЖОНСНИЦКАЯ, М.А. 1952. Спириферидыдевонских отложений окраин Кузнецкого бассейна. *Труды ВСЕГЕИ,* Госгеолиздат, 232.

РЖОНСНИЦКАЯ, М.А. 1975. Биостратиграфия девона окраин Кузнецкого бассейна. Т.2. Описание брахиопод. Часть 1. Pentamerida и Atrypida. *Труды ВСЕГЕИ, Новая серия*, 244, 232.

РЖОНСНИЦКАЯ, М.А. 1988. Брахиоподы пограничных отложений девона и карбона на территории СССР. В кн.: *Граница девона и карбона на территории СССР.* Наука и техника, Минск, 262-271.

ХАЛЫМБАДЖА, В.Г. 1981. Кононднты, закономерности геохронологического и географического распространения и их стратиграфическое значение (на примере позднедевонских конодонтов). Автореф. дисс.докт.геол.-мин.наук. Москва. 37.

ЧЕРНЫШЕВА, И.Г., ХАЛЫМБАДЖА, В.Г. 1978. Зональное расчленение верхнедевонских отложений Волго-Уральской области по конодонтам. В кн.: *Стратиграфия и палеонтология палеозоя востока Русской платформы.* Изд-во Казан. Ун-та, Казань, 173-181.

ЧИЖОВА, В.А., БУКАРТ, Д., АЛЕКСЕЕВ, А.С., АРИСТОВ, В.А., БАРСКОВ, И.С., ГАГИЕВ, М.Х., ДРЕЕЗЕН, Р., КОНОНОВА, Л.И., ЛИПНЯГОВ, О.М., ОВНАТАНОВА, Н.С., СИМАКОВ, К.В., ХАЛЫМБАДЖА, В.Г. 1979/5. Корреляция фаменских и турнейских отложений СССР и Франко-Бельгийского бассейна по конодонтам. *Administration des mines-service Geologique de Belgique. Professional paper*, 161, 1-40.

BRICE, D. 1970. Etude Paleontologique et Stratigraphique du Devonian de L'Afghanistan. *Hotes et Memoires sur le moyen-orient, T.XI*, 364.

BRICE, D. 1977. Biostratigraphie du Devonien d'Afghanistan. *Mem. h. ser. geol. France*, 8, 267-276.

BRICE, D. 1982. Comments on the distribution of some selected Brachiopods for the latest Givetian and Early Frasnian periods in the Boulonnais (Ferques) and the Massif Amorticain (rade de Brest). *Papers on the Frasnian/Givetian boundary. Subcommission on Devonian stratigraphy,* Brussels, 5-16.

MAMEDOV. A.B., RZHONSNITZKAJA. M.A. 1985. Devonian of the South Transcaucasus: zonal subdivision boundaries of series and stages, correlation. *Cour. Forsch.- Inst. Senckenberg*, 75. Frankfurt a.M., 135-156.

SARTENAER, P. 1966. Ripidiorhynchus, neuveau genre de Brachiopode Rhynchonellide du Frasnien. *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg*., 42, 30.

ZIEGLER, W. 1971. Conodont stratigraphy of the European Devonian. *Geol. soc. America*, 127, 227-284.

ZIEGLER, W. 1979. Historical subdivisions of the Devonian. The Devonian system. *A Palaeontological Association International symposium. Special papers In Palaeontology*, 23, London, 23-47.

***Рецензент: д.г.-м.н. М.А.Багманов***

## РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

© Х.А.Фейзуллаев, 2008

# ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ НЕОДНОРОДНОСТИ КОЛЛЕКТОРА НА ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ПРИЗАБОЙНЫХ ЗОН ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СКВАЖИН “СУХИМ” ГАЗОМ

**Х.А.Фейзуллаев**

*Институт геологии НАН Азербайджана*
*AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А*

В статье на основе многокомпонентного моделирования фильтрации исследовано влияние неоднородности коллектора по мощности на процесс обработки призабойной зоны газоконденсатной скважины “сухим” углеводородным газом в условиях глубокой газоконденсатной залежи.

Известно, что неоднородность фильтрационно-емкостных параметров коллектора влияет на распределение пластового давления и на поле скоростей фильтрации в призабойной зоне скважины, а соответственно, и на интенсивность проявления динамической конденсации. Имеются различные виды неоднородности пластов месторождений природных углеводородов, но в основном выделяют зональную и слоистую неоднородность. Интересно оценить влияние обоих этих видов неоднородности коллекторов на процесс накопления ретроградного конденсата в призабойной зоне пласта, а также определить, как влияет на процесс динамической конденсации и, следовательно, на процесс обработки призабойной зоны газоконденсатных скважин ухудшение коллекторских свойств непосредственно у забоя скважин.

Рассматривались два вида неоднородности коллектора у забоя скважин. Для первого случая принималось, что пласт – зонально-неоднородный по мощности и для описания распределения проницаемости в пласте задавалось $k(z) = k_0 e^{z/h}$ (рис.1). Для второго случая неоднородности задавался пласт двухслойный с коэффициентами проницаемости пропластков двух вариантов. В первом варианте приняты значения коэффициентов проницаемости пропластков соответственно 0.05 и 0.13 мкм$^2$, а во втором – 0.01 и 0.17 мкм$^2$. Значения толщи низкопроницаемых и высокопроницаемых пропластков задавались равными и составляли 25м. Коэффициенты пористости по пропласткам принимались также одинаковыми и равными 16%.

Для изучения влияния вышесказанных факторов на процесс выполнялись соответствующие исследования путем математического моделирования. Использовалась двумерная модель многокомпонентной фильтрации газоконденсатной смеси (Абасов и др., 2006; Абасов и др., 1998; Фейзуллаев, 2006).

Отметим, что все месторождения по условиям залегания природных углеводородов трехмерны, однако во многих практических случаях, предполагая, что течением в одном из трех координатных направлений можно пренебречь, можно исследовать фильтрацию в двух других направлениях. Пренебрегая фильтрацией в одном из горизонтальных направлений вместо вертикального, получим модель, которую называют профильной. Этот вид модели можно использовать в тех случаях, когда фильтрация происходит преимущественно в вертикальном и в одном из горизонтальных направлений. Если запишем уравнения в координатах $x$, $z$, то небольшие изменения в направлении $y$ можно учесть, используя переменную ширину $\Delta y$ для каждого блока. Это означает, что все переменные теперь усреднены в направлении

оси $y$. Тогда уравнения многокомпонентной фильтрации газоконденсатной смеси можно записать так (Фейзуллаев, 2006):

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[k(x,z)\left(\frac{f_L(S_L)\rho_L}{\mu_L M_L}x_i+\frac{f_\nu(S_\nu)}{\mu_\nu M_\nu}y_i\right)\frac{\partial p}{\partial x}\right]+$$
$$+\frac{\partial}{\partial z}\left[k(x,z)\left(\frac{f_L(S_L)\rho_L}{\mu_L M_L}x_i+\frac{f_\nu(S_\nu)}{\mu_\nu M_\nu}y_i\right)\frac{\partial p}{\partial z}\right]=$$
$$=\frac{\partial}{\partial t}\left[m\left(\frac{\rho_L S_L}{M_L}+\frac{\rho_\nu S_\nu}{M_\nu}\right)\eta_i\right]\pm\sum_{\nu=1}^{n}Q_i^\nu(t)\delta(x-x_\nu)\delta(z-z_\nu),$$
$$i=\overline{1,N},\quad (x,z)\in G. \qquad (1)$$

Для первого случая система уравнений (1) решается при следующих начальных и граничных условиях:

$$p(x,z,t)\Big|_{t=0}=p_0(x,z),\ \eta_i(x,z,t)\Big|_{t=0}=\eta_i^0(x,z),$$
$$(x,z)\in G,\quad i=\overline{1,N}, \qquad (2)$$
$$\frac{\partial p(x,z,t)}{\partial n}\Big|_{\Omega}=0,\qquad (x,z)\in\Omega, \qquad (3)$$

где $G$ – область фильтрации газоконденсатной смеси; $\eta_i$ – суммарное молярное содержание $i$-го компонента в смеси; $\Omega$ – граница области фильтрации. Остальные параметры – общепринятые (Абасов и др., 2006; Фейзуллаев, 2006).

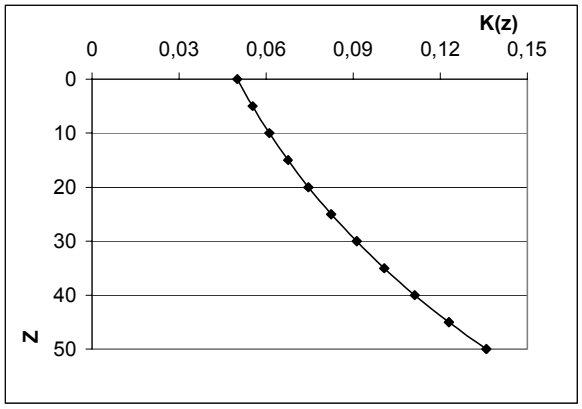



**Рис. 1.** Изменение проницаемости пласта по мощности: K(z)=0.05*exp(z/h)

Для второго случая система уравнений записывается так:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[k_j\left(\frac{f_L(S_{Lj})\rho_{Lj}}{\mu_{Lj}M_{Lj}}x_{ij}+\frac{f_\nu(S_{\nu j})}{\mu_{\nu j}M_{\nu j}}y_{ij}\right)\frac{\partial p_j}{\partial x}\right]+$$
$$+\frac{\partial}{\partial z}\left[k_j\left(\frac{f_L(S_{Lj})}{\mu_{Lj}M_{Lj}}x_{ij}+\frac{f_\nu(S_{\nu j})}{\mu_{\nu j}M_{\nu j}}y_{ij}\right)\frac{\partial p_j}{\partial z}\right]=$$
$$=\frac{\partial}{\partial t}\left[m\left(\frac{\rho_{Lj}S_{Lj}}{M_{Lj}}+\frac{\rho_{\nu j}S_{\nu j}}{M_{\nu j}}\right)\eta_{ij}\right]\pm\sum_{\nu=1}^{n}q_{ij}^\nu(t)\delta(x-x_\nu)\delta(z-z_\nu),$$
$$i=\overline{1,N};\ j=1,2;\ (x,z)\in G_j, \qquad (4)$$

и решается при следующих начальных и граничных условиях:

$$p_j(x,z,t)\Big|_{t=0}=p_{0j}(x,z),\eta_{ij}(x,z,t)\Big|_{t=0}=\eta_{ij}^0(x,z),$$
$$(x,z)\in G_j,\quad i=\overline{1,N},\ j=1,2; \qquad (5)$$
$$p_1(x,z,t)\Big|_{z=h_1}=p_2(x,z,t)\Big|_{z=h_1};\ V_{1_{xz}}\Big|_{z=h_1}=V_{2_{xz}}\Big|_{z=h_1}, \qquad (6)$$
$$\frac{\partial p_j(x,z,t)}{\partial n}\Big|_{\Omega}=0,\ (x,z)\in\Omega,\ j=1,2, \qquad (7)$$

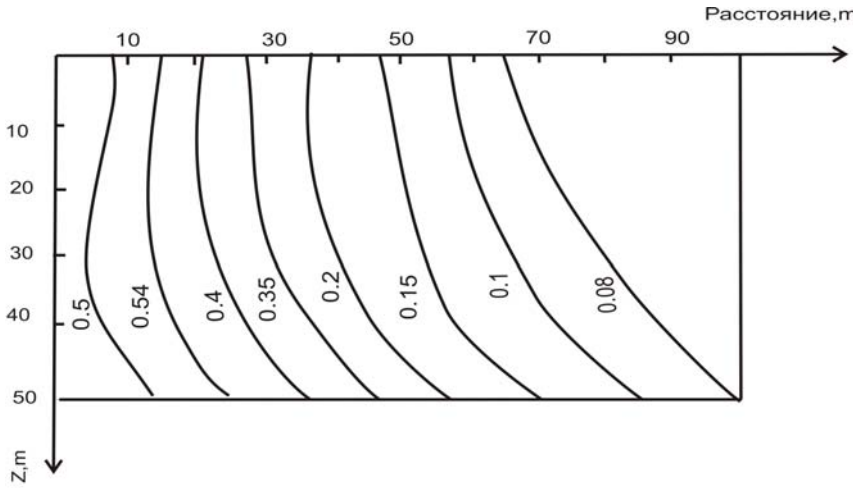
где $\sum_{j=1}^{2}q_{ij}^\nu(t)=Q_i^\nu(t)$; $\sum_{j=1}^{2}G_j=G$; $V_{1_{xz}}$ и $V_{2_{xz}}$ – скорости фильтрации газоконденсатной смеси в каждом пропластке соответственно; $h_1$ – линия раздела границ пропластков.

Описанная математическая модель включает в себе сложную нелинейную систему, и для решения ее использован численный метод “неявное по давлению и явное по доли компонентов” (Муркес и др.,1977; Фейзуллаев, 2006).

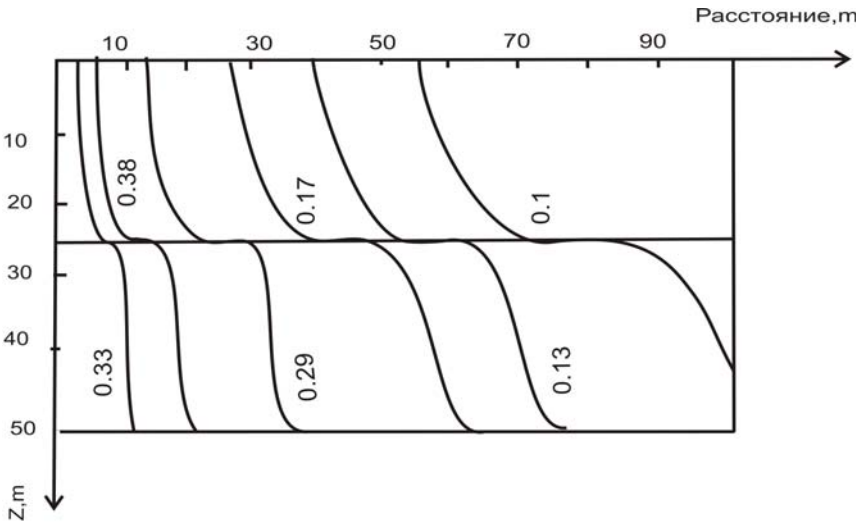
Для расчетов использовались экспериментальные данные газоконденсатной смеси из скважины VII горизонта месторождения Булла-дениз, а также принятых для этих же залежей функций относительных фазовых проницаемостей (Фейзуллаев, Рзаева, 2006). Зависимости свойства флюидов от давления и

состава для данной смеси определялись методом расчета парожидкостного равновесия фаз (Брусиловский, 2002). Моделировалось понижение пластового давления от 40 до 10 МПа при депрессии 1 МПа. Длина и ширина пласта принимались равными и составляли 500 м.

Результаты расчетов для первого случая представлены на рис.2а–4а, 5. На рис.2а показано распределение конденсатонасыщенности в призабойной зоне в зависимости от мощности пласта при фиксированных значениях времени до обработки скважин “сухим” газом, а на рис.3а – распределение конденсатонасыщенности в призабойной зоне неоднородного пласта после обработки скважины “сухим” газом в объеме 3.2 млн.м$^3$. Из рис.2а видно, что в направлении участков с повышенной проницаемостью наблюдается более значительное удаление от скважины линий равных конденсатонасыщенностей. Это вполне объяснимо тем, что по этим направлениям фильтруется большее количество газоконденсатной смеси и, соответственно, выпадает большее количество ретроградного конденсата.

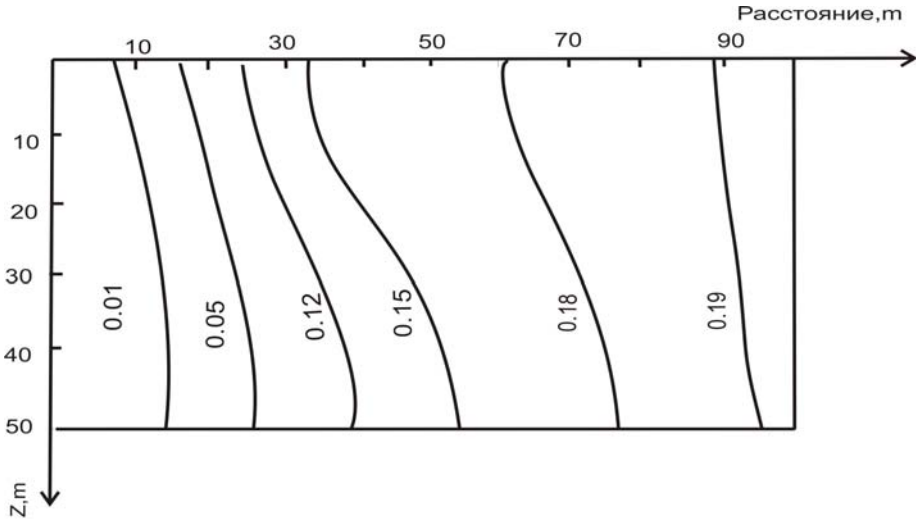



а

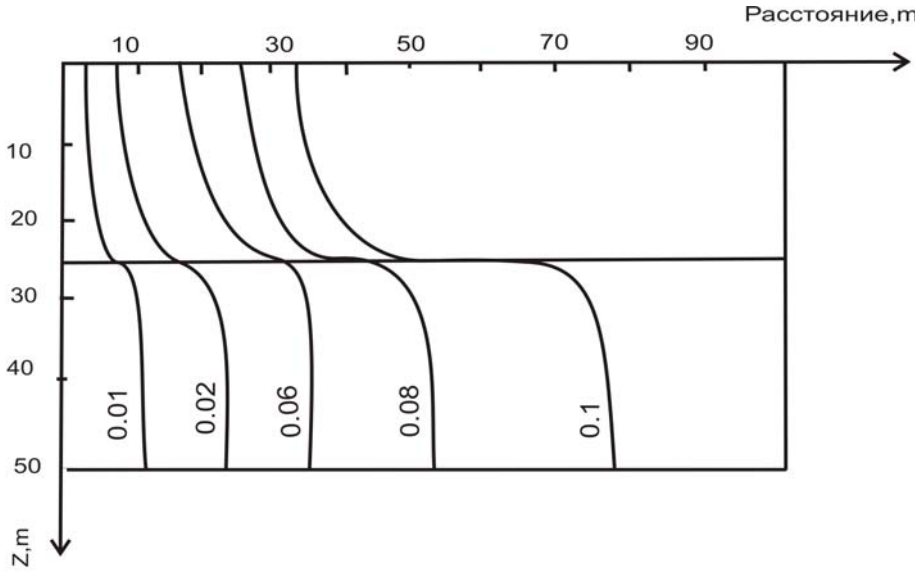



б

**Рис. 2.** Распределение конденсатонасыщенности в призабойной зоне пласта в процессе эксплуатации T=3 года:
а - неоднородный; б - двухслойный




а




б

**Рис. 3.** Распределение конденсатонасыщенности в призабойной зоне пласта после обработки ее "сухим" газом:
а - неоднородный; б - двухслойный

При обработке призабойной зоны "сухим" газом конденсат несколько хуже удаляется из низкопроницаемых элементов пласта (рис.3а). Продуктивность скважины после обработки возрастает в 1,5-1,8 раза, и срок повышенной продуктивности скважин составляет около 300 суток (рис.4а). Продуктивность для данного случая с соответствующим осредненным значением проницаемости увеличивается в 2,3-2,5 раза. Это вполне объясняется тем, что изменение конденсатонасыщенности в низкопроницаемых элементах пласта оказывает влияние на фильтрационные сопротивления в меньшей мере, чем ее изменение в высокопроницаемых элементах пласта.

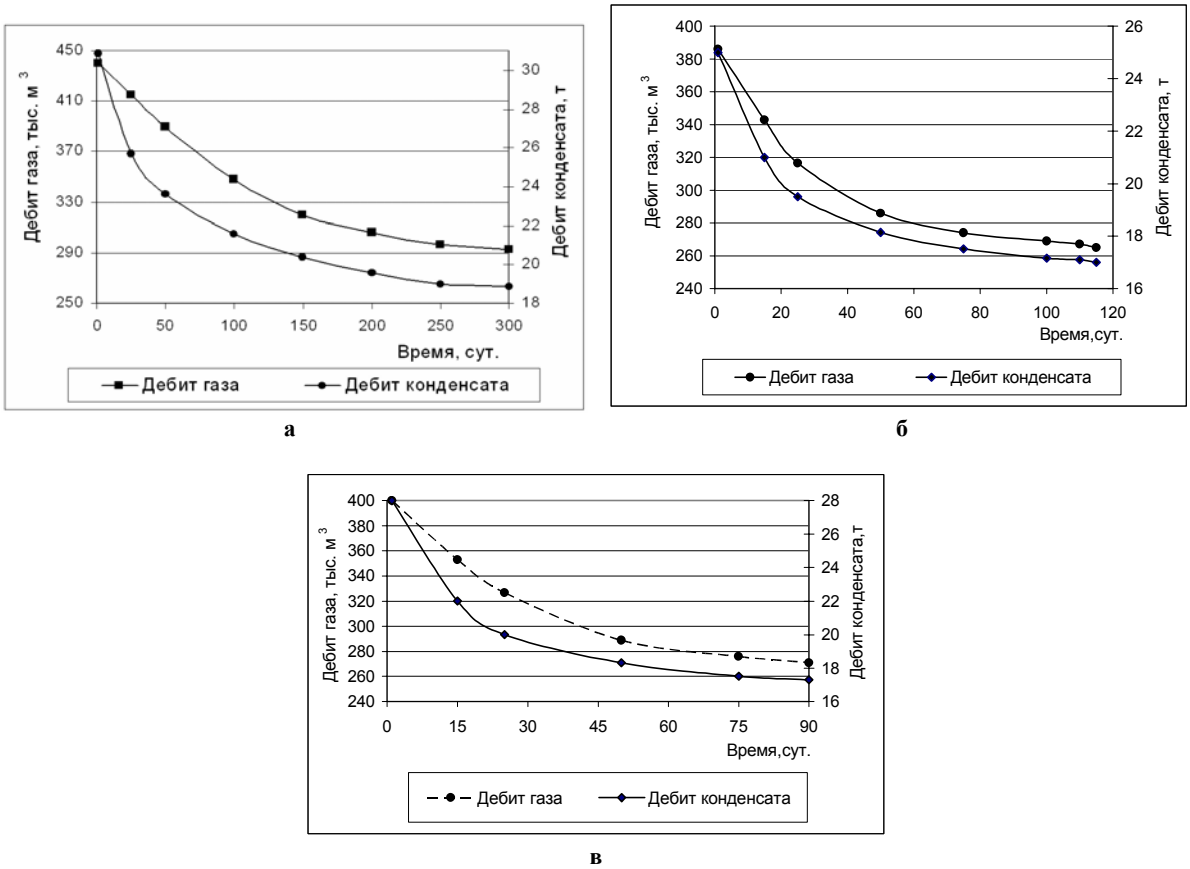



**Рис. 4.** Изменение дебита газа и конденсата в пласте в зависимости от времени после обработки скважины "сухим" газом: а - неоднородный; б и в - двухслойные;

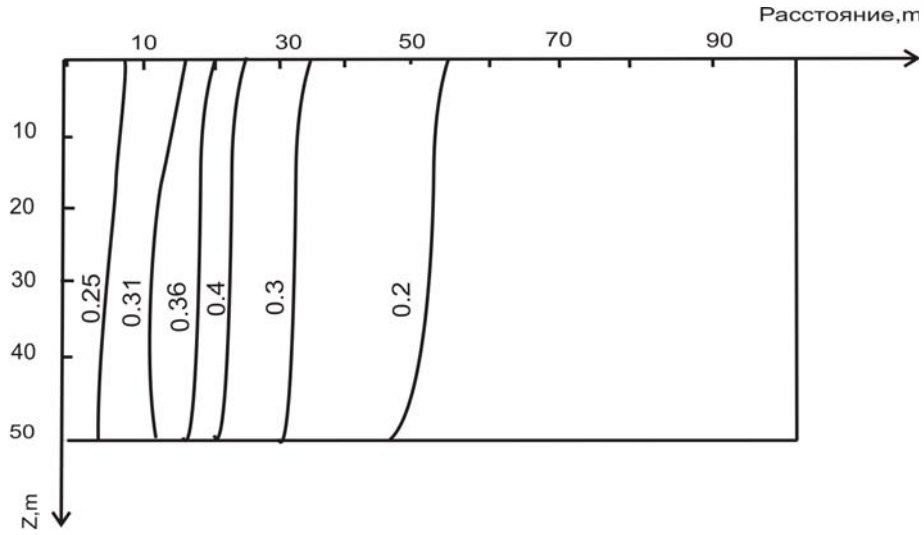



**Рис. 5.** Распределение конденсатонасыщенности в призабойной зоне неоднородного пласта по истечении времени
t=300 суток после обработки

Повторное накопление ретроградного конденсата у забоя скважин в рассматриваемом варианте представлено на рис.5. Из рис.5 видно, что повторное накопление ретроградного конденсата несколько выравнивает профиль конденсатонасыщенности коллектора, т.е. уменьшает различие в конденсатонасыщенности между разнопроницаемыми зонами пласта. Это объясняется преимущественной фильтрацией газоконденсатной смеси и более значительной конденсацией жидкости в высокопроницаемой части коллектора. Средние значения конденсатонасыщенности у забоя скважины в рассматриваемом варианте неоднородности пласта возрастают в 1,5 раза быстрее, чем соответствующие усредненные значения проницаемости пласта.

Результаты расчетов для второго случая, когда отношение проницаемостей пропластков $\bar{\kappa} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1} = 2{,}6$, представлено на рис. 2б-4б,6,7. На рис.2б показано распределение конденсатонасыщенности в призабойной зоне в зависимости от мощности пласта при фиксированных значениях времени до обработки скважин “сухим” газом, а на рис.3б – распределение конденсатонасыщенности в призабойной зоне двухслойного пласта после обработки скважин “сухим” газом. Повторное накопление ретроградного конденсата в период эксплуатации скважины после обработки иллюстрируется на рис.6. На основе этих результатов показано распределение конденсатонасыщенности в отдельных пропластках у забоя скважин (рис.7). При этом отмечено значительное увеличение конденсатонасыщенности коллектора в наиболее проницаемом пропластке, в высокопроницаемых пропластках имеются более обширные зоны повышенной конденсатонасыщенности. При обработке скважины «сухим» газом значительная часть ретроградного конденсата испаряется в наиболее проницаемых прослоях, и зона обработки коллектора “сухим” газом в высокопроницаемом пропластке в 2,5 раза превышает размеры зоны обработки в низкопроницаемом пропластке.

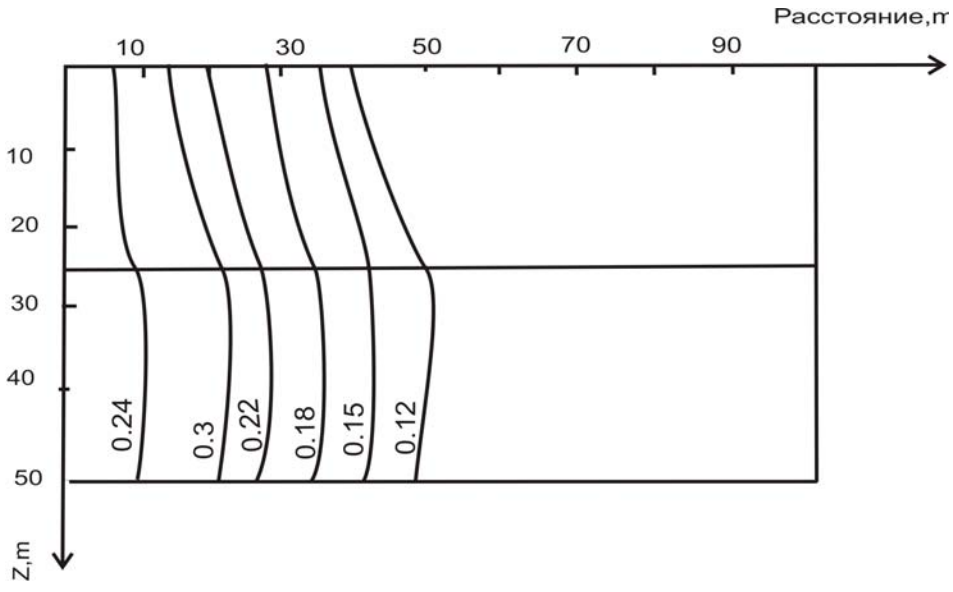
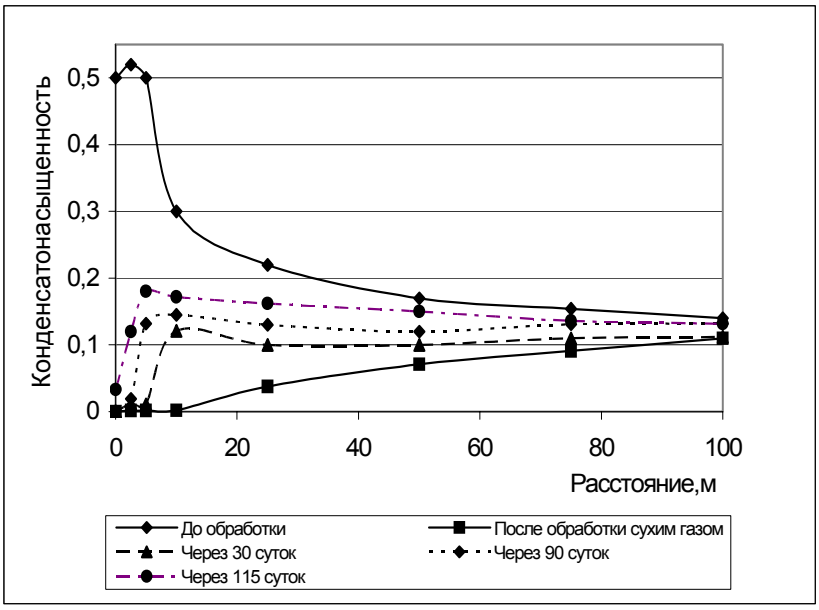
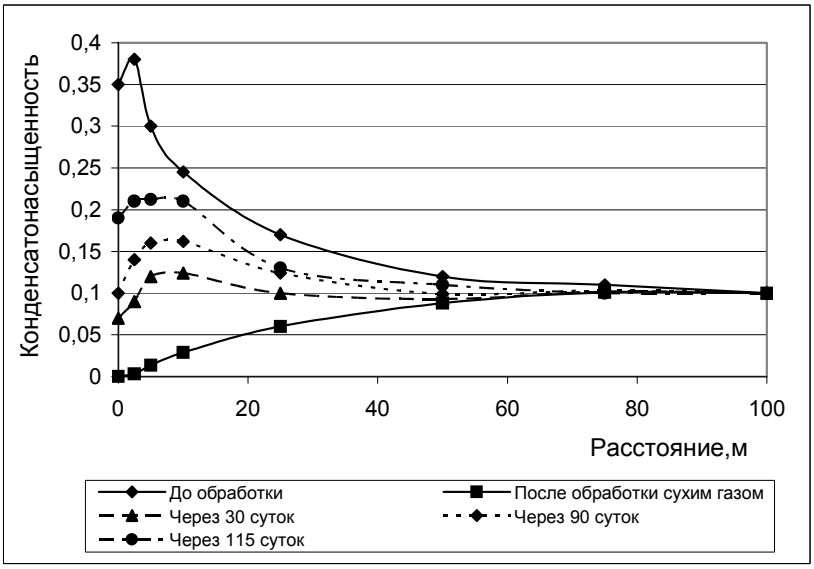



**Рис. 6.** Распределение конденсатонасыщенности в призабойной зоне двухслойного пласта по истечении времени
t=115 суток после обработки

Продуктивность скважины после обработки увеличивается в 1,5 раза, и срок повышенной продуктивности скважин составляет 115 суток (рис.4б). В период эксплуатации скважины в низкопроницаемом пропластке происходит накопление ретроградного конденсата более интенсивно, чем в высокопроницаемом пропластке (рис.7). Это происходит даже несмотря на существование в высокопроницаемом пропластке более высоких скоростей течения газа, а соответственно, и выделения большего количества конденсата на единицу толщины пласта. Интенсивное повторное накопление ретроградного конденсата в низкопроницаемой части коллектора приводит к увеличению фильтрационного сопротивления в скважине. Поэтому продуктивность скважины значительно уменьшается уже за короткий срок ее эксплуатации (рис.4б).



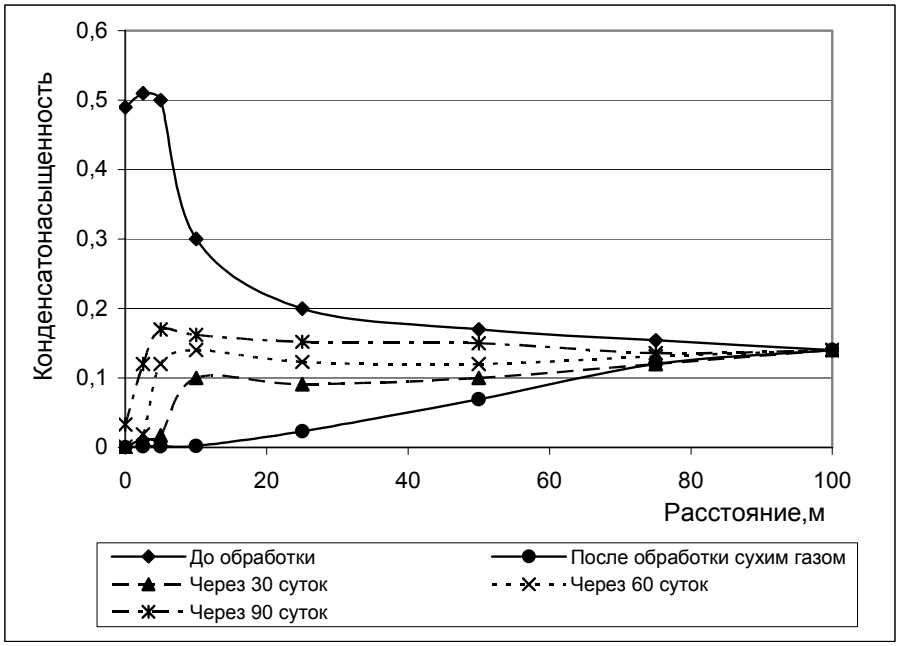

а



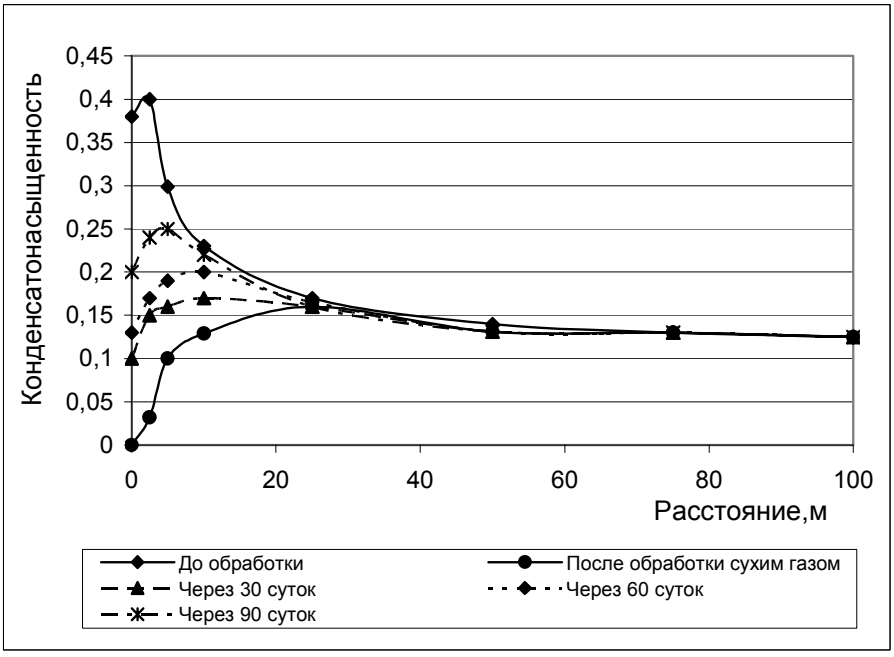

б

**Рис. 7.** Распределение конденсатонасыщенности в призабойной зоне слоистого пласта: а, б - проницаемость пропластков соответственно: 0.13 и 0.05 мкм$^2$

Во втором варианте, когда отношение проницаемостей пропластков высокое, то есть $\bar{\kappa} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1} = 17$, после обработки происходит очень быстрое увеличение конденсатонасыщенности при эксплуатации скважины в ее забое в низкопроницаемом пропластке (рис.8). В результате продуктивность скважины уменьшается уже к концу третьего месяца эксплуатации (рис.4в).




а




б

**Рис. 8.** Распределение конденсатонасыщенности в призабойной зоне слоистого пласта: а, б - проницаемость пропластков соответственно: 0.17 и 0.01 мкм$^2$

Проведенные расчеты показали, что зональная неоднородность пласта оказывает незначительное влияние на эффективность обработки призабойной зоны скважин “сухим” газом. В значительно большей мере на процесс увеличения продуктивности скважин влияет слоистая неоднородность коллектора.

Таким образом, исследовано влияние неоднородности пористой среды на показатели процесса обработки призабойной зоны газоконденсатной скважины “сухим” углеводородным газом и установлено, что при проведении таких работ необходимо учитывать характер неоднородности.

**ЛИТЕРАТУРА**

АБАСОВ, М.Т., АББАСОВ, З.Я., ДЖАЛАЛОВ, Г.И., ФЕЙЗУЛЛАЕВ, Х.А. 2006. Моделирование процесса разработки газоконденсатных залежей. *Изв. НАНА. Науки о Земле,* 2, 65-69.

АБАСОВ, М.Т., ДЖАЛАЛОВ, Г.И., ИБРАГИМОВ, Т.М., МАМЕДОВ, А.М., ФЕЙЗУЛЛАЕВ, Х.А. 1998. Моделирование неоднородных пластов при фильтрации газоконденсатной смеси. *Изв. АН Азерб. Науки о Земле,* 2, 3-5.

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

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

ФЕЙЗУЛЛАЕВ, Х.А. 2006. Численное моделирование обработки призабойной зоны газоконденсатной скважины «сухим» газом с учетом многокомпонентной фильтрации системы. *Изв. НАНА. Науки о Земле,* 4, 48-54.

ФЕЙЗУЛЛАЕВ, Х.А., РЗАЕВА, В.Г. 2001. Адаптация гидродинамической модели по данным истории разработки газоконденсатной залежи. *Изв. АН Азерб. Науки о Земле,* 2, 19-21.

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

© Г.М.Эфендиев, К.А.Джафаров, 2008

# АНАЛИЗ АВАРИЙ ПРИ БУРЕНИИ И ОЦЕНКА РИСКА ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

**Г.М.Эфендиев[1], К.А.Джафаров[2]**

1 – *Институт геологии Национальной Академии наук Азербайджана, AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А, e-mail: galib_2000@yahoo.com*

2 – *Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия, AZ1010, Баку, просп. Азадлыг, 20, e-mail: j.kamran@mail.ru*

В статье рассматриваются проблемы аварийности при бурении скважин. Выполнен статистический анализ частоты аварий и их последствий в виде материального ущерба. Дана оценка риска аварий, возникающих при бурении скважин. Построена поверхность изменения риска в зависимости от частоты аварий и их последствий, где выделена плоскость предельно допустимого риска, относительно которой выделяются участки поверхности, характеризующие зоны приемлемого и неприемлемого рисков соответственно.

## Введение

Как известно, при бурении скважин часто возникают различные аварии, которые наносят значительный материальный ущерб. Этим и объясняется большое внимание исследователей к данному вопросу. К настоящему времени накопилось большое количество публикаций, посвященных анализу причин возникновения аварий, их динамики, прогнозированию и борьбе с ними (Самотой, 1984; Пустовойтенко, 1988). Несмотря на большое количество опубликованных работ, вопрос аварийности при бурении все же является актуальным и требует серьезного внимания.

Исходя из этого, настоящая статья посвящена статистическому анализу аварийности при бурении и оценке на этой основе риска.

## Постановка задачи

Анализ литературы и практика бурения скважин показывает, что возникновение условий аварийности зависит от целого ряда взаимосвязанных различных факторов.

В последнее время не только в бурении, но и различных областях народного хозяйства, производственных организациях широко используют понятие риска (Хенли, Кумамото,1984; Караев, 2000). В разных работах оно истолковывается по-разному. Обычно под понятием риска в различных сферах бизнеса подразумевают вероятность потерь от безуспешного осуществления различных операций. Данное определение стало применяться впоследствии и к различным другим процессам, приводящим к материальным затратам. При количественной оценке риска необходимо соблюдать соответствующие статистические закономерности. В данном случае под риском подразумевается величина, характеризующая возможность и опасность возникновения аварии в процессе бурения скважин. Авария при этом рассматривается как случайное событие, и степень ее опасности может быть оценена с помощью материального ущерба. В целом, вопросам риска посвящено большое количество публикаций, приводятся различные определения. Так, в работе (Караев, 2000) со ссылкой на Норвежский стандарт отмечается, что риск – это обозначение опасности неконтролируемого случайного происшествия для людей, окружающей среды и материальных ценностей. Риск выражается вероятностью и последствием неконтролируемых случайных происшествий. При этом, как отмечается в этой же работе, риск невозможно выразить только одной цифровой величиной, он должен содержать как минимум две отдельные величины (обычно частоту происшествий и их последствия).

Основной принцип оценки риска был впервые изложен в работе Ф.Р.Фармера (Farmer, 1967). Согласно данному принципу,

строится кривая зависимости вероятности возникновения аварий от последствий в виде расходов на их ликвидацию. Такая кривая называется по имени автора – "кривой Фармера". Данная кривая отделяет верхнюю область недопустимо большого риска от области приемлемого риска, расположенной ниже и левее кривой. Таким образом, кривую можно использовать в качестве критерия безопасности, определяющего верхнюю границу допустимой вероятности. Если это условие выполняется, основная цель достигается, а интуиция подсказывает, что она правильная, т.е. вероятность аварий, вызывающих большие расходы, относительно низка, а небольшие расходы соответствуют высоким значениям частот аварий (Хенли, Кумамото, 1984). Согласно исследованиям, посвящённым оценке и анализу риска, в частности (Хенли, Кумамото, 1984; Караев, 2000), анализ риска предусматривает:

- установление вероятности возникновения аварийной ситуации;
- оценку возможных причин аварий;
- оценку возможных последствий аварий.

Первый этап позволяет идентифицировать риск на основе статистических данных, теоретическим и экспериментальным путем, методом опросов и т.д. На этом этапе производится построение логического дерева аварийных ситуаций, описание причин возникновения и их последствий.

Большое значение имеет моделирование аварийных ситуаций с целью изучения причин их возникновения, характера развития во времени и других обстоятельств, способных повлиять на безопасность эксплуатации технических средств и вероятность аварийных ситуаций. На основе анализа частот аварийных ситуаций и последствий проводится классификация рисков по категориям. В работе (Караев, 2000) со ссылкой на Норвежское классификационное общество (DNV) представлена классификация рисков, учитывающая вероятность и серьёзность различных происшествий.

**Результаты исследований**

С целью оценки риска от аварий при бурении скважин с учётом отмеченных выше положений нами собраны данные об авариях при бурении морских скважин за последние десять лет. Эти данные были подвергнуты статистической обработке с анализом законов распределения. Анализу были подвергнуты значения удельных материальных расходов на ликвидацию аварий, т.е. затраты, приходящиеся на одни сутки. Одновременно по данным о числе аварий дана оценка вероятности их возникновения. Значения суточных затрат на ликвидацию аварий разбиты на интервалы, в каждом интервале по количеству аварий дана оценка вероятности возникновения аварий. В таблице приведены значения отмеченных интервалов, соответствующая частота аварий. Там же приводятся рассчитанные значения рисков, выраженные в манатах.

По приведенным в таблице данным построена графическая зависимость относительной частоты (вероятности) аварий от последствий, выраженных затратами на ликвидацию аварий, показанная на рисунке 1. Данный график показывает линию постоянного риска, равного в данном случае 1 150 манат.

| Статистические интервалы затрат, млн. ман. | | Частота аварий | Относительная частота аварий | Риск, млн. ман. |
|---|---|---|---|---|
| начало | Конец | | | |
| 0,001328 | 0,005321658 | 32 | 0,820513 | 0,004366488 |
| 0,005322 | 0,009315804 | 2 | 0,051282 | 0,000477734 |
| 0,009316 | 0,013309951 | 2 | 0,051282 | 0,000682562 |
| 0,01331 | 0,017304098 | 2 | 0,051282 | 0,00088739 |
| 0,017304 | 0,021298244 | 1 | 0,025641 | 0,000546109 |

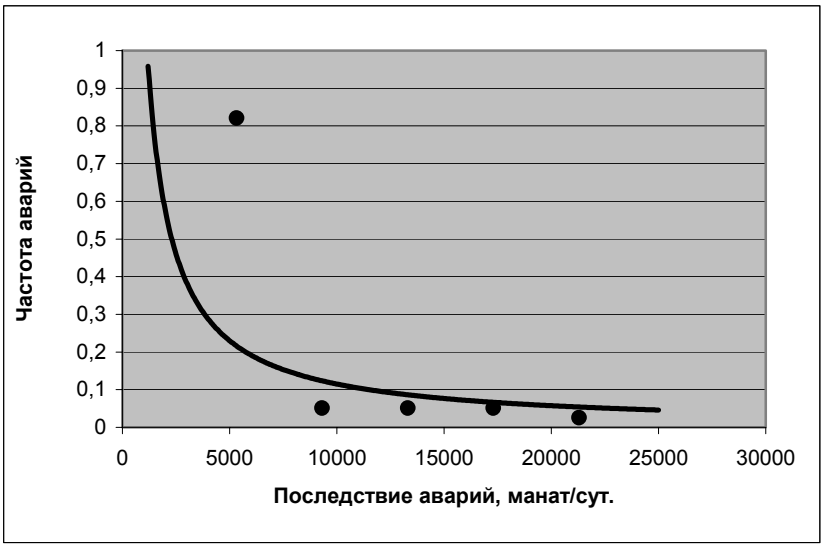



**Рис. 1.** Линия постоянного риска

Такая оценка риска способствует наиболее обоснованному выбору техники и технологии бурения скважин, а также предусмотрению необходимых с экономической точки зрения мероприятий по снижению риска ещё на стадии проектирования, позволяя наиболее правильно спланировать распределение материальных средств на предупредительные меры по снижению вероятности аварий или/и их последствий ( на рис.1 область приемлемого риска расположена под кривой).

На рисунке 2 показана поверхность изменения величины риска в зависимости от частоты аварий и их последствий, на ней выделена плоскость предельно допустимого риска, относительно которой заметны участки поверхности, характеризующие зоны приемлемого и неприемлемого рисков соответственно.

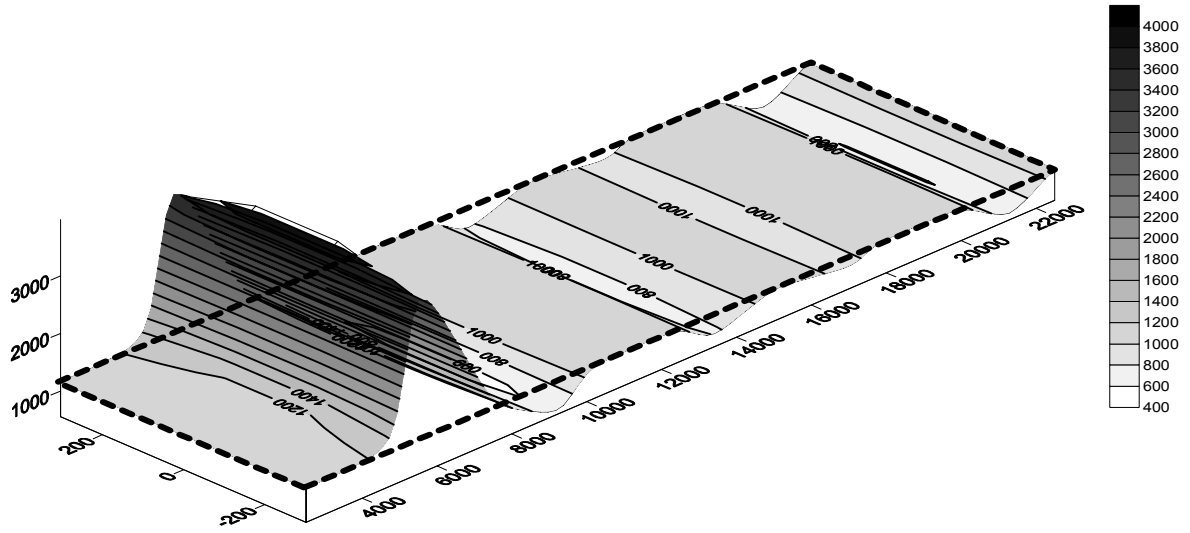



**Рис. 2.** Поверхность изменения риска в зависимости от частоты аварий и их последствий.

Таким образом, приведённые анализ и оценка риска позволяют глубже изучить ситуацию возникновения аварий, оценить степень тяжести и принять своевременные меры по их предупреждению.

**Выводы**

1. На основе фактических данных об авариях, возникающих при бурении скважин, выполнен анализ зависимости между частотой их возникновения и последствиями, позволяющей разграничить между собой зоны приемлемого и неприемлемого рисков.

2. Построена поверхность изменения риска, которая позволяет проследить за его изменением в трёхмерном пространстве во взаимосвязи с вероятностью аварий (частотой) и последствиями.

**ЛИТЕРАТУРА**

КАРАЕВ, Р.Н. 2000. Выживание на море. Элм. Баку. 192.

ПУСТОВОЙТЕНКО, И.П. 1988. Предупреждение и ликвидация аварий в бурении. Недра. Москва. 276.

САМОТОЙ, А. К. 1984. Прихваты колонн при бурении скважин. Недра. Москва. 205.

ХЕНЛИ, Э.Дж., КУМАМОТО, Х. 1984. Надежность технических систем и оценка риска. Машиностроение. Москва. 528.

FARMER, F.R.( ed.). 1967. Siting criteria – a new approach. In Containment and siting nuclear power plants. International Atomic Energy Agency, Vienna, 303 -329.

© М.Т.Абасов, А.С.Стреков, Ю.Н.Литвишков, А.А.Гаджиев, 2008

# ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ВИБРОВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОЭФФИЦИЕНТ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕФТИ ВОДОЙ ИЗ ПЛАСТОВ

**М.Т.Абасов, А.С.Стреков, Ю.Н.Литвишков, А.А.Гаджиев**

*Институт геологии НАН Азербайджана*
*AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А*

Экспериментально изучены особенности влияния вибровоздействия на коэффициент извлечения нефти (КИН) водой. При этом установлено увеличение КИН независимо от стадии разработки нефтяного пласта по сравнению с обычным извлечением нефти водой. Выявлена зависимость КИН от параметров вибрации, определяемая природой углеводородной жидкости. Показано, что реакция нефтяного пласта относительно начала вибровоздействия проявляется с некоторым опозданием.

## Введение

В последние годы возрос интерес производственных предприятий по добыче нефти к новым технологиям повышения нефтеотдачи пластов, в том числе к волновым методам воздействия на пласт. Связано это с принципиальным отличием волновых методов от всех других методов увеличения нефтеотдачи, а именно с тем, что данные методы относятся к технологиям объемного воздействия на пласт, т.е. они обладают значительным радиусом действия (от нескольких сотен метров до нескольких километров), относительно низкой стоимостью, экологической чистотой (Боголюбов и др., 2000; Мохов и др., 2004; Потапов, Правдухин, 2000; Садовский и др., 1986; Симонов и др., 2000 и др.).

Теоретические и экспериментальные исследования, опытно-промышленные работы показали, что наибольшая эффективность от вибровоздействия достигается на определенных частотах вибраций (доминантных частотах), которые меняются от пласта к пласту (Боголюбов и др., 2000; Николаевский, 1989; Николаевский, 1992). Проведенные нами исследования (Абасов и др., 2004; Абасов и др., 2005; Абасов и др., 2007; Стреков и Гаджиев, 2007) и анализ исследований других авторов (Боголюбов и др., 2000; Бриллиант и др., 2000; Погосян и др., 1989; Потапов и др., 2000; Симонов и др., 2000 и др.) показывают, что вибровоздействие в области доминантных частот оказывает влияние на свойства всей пластовой системы (фильтрационно-емкостные свойства пористой среды, свойства нефтей и вод, насыщающих нефтяной пласт, смачиваемость нефтяного коллектора, скорость фильтрации флюидов и др.).

## Постановка задачи

Несмотря на большой объем исследований в области волновых методов воздействия на пласт (Везиров и др., 1998; Гадиев, 1977; Горбачев и др., 2002; Лукьянов и др., 2007 и др.), многие вопросы влияния вибрационного поля на механизм извлечения нефти водой изучены ещё недостаточно, что сдерживает широкое внедрение волновых методов в нефтяную промышленность. Так, среди многих других факторов остаются невыясненными целесообразность применения вибровоздействия на начальной стадии разработки нефтяного месторождения (Симонов и др., 2000), влияние поведения углеводородных жидкостей различной вязкости в поле упругих волн на КИН. В связи с этим, как отмечается, например, в работе (Лукьянов и др., 2007), очень часто наблюдается неоднозначность результатов натурных испытаний, проведенных различными исследователями. Поэтому исследования влияния вибровоздействия, особенно в области доминантных частот, на механизм извлечения нефти различной вязкости водой из пластов на различной стадии их разработки имеют большое научное и практическое значение.

**Результаты экспериментальных исследований и их обсуждение**

Экспериментальные исследования влияния вибрационного поля на механизм вытеснения нефти водой выполнены на специально собранной установке, состоящей из следующих элементов: генератор низкочастотных механических колебаний, регулятор частот и предметный стол, который механически связан с генератором низкочастотных колебаний. При проведении экспериментов на предметный стол крепилась однородная линейная модель пласта, выбор длины которой был проведен в соответствии с рекомендациями о моделировании процесса извлечения нефти водой (Эфрос, 1963). Опыты проведены на пористой среде из кварцевого песка проницаемостью по воздуху 6,9 мкм$^2$, на нефтях месторождений: Биби-Эйбат плотностью 877 кг/м$^3$, вязкостью 18,9 мПа·с с содержанием смол 6,5 %, асфальтенов 0,12 %, парафина 0,76 % и межфазным натяжением на границе с водой $24{,}6\cdot10^{-3}$·Дж/м$^2$; Пираллахы плотностью 926 кг/м$^3$, вязкостью 157 мПа·с с содержанием смол 14 %, асфальтенов 0,8 %, парафина 2 %, межфазным натяжением на границе с водой $3{,}1\cdot10^{-3}$·Дж/м$^2$ при давлении нагнетания воды в модель пласта 0,02 МПа.

Методика проведения экспериментов была следующей. Предварительно вакуумированная модель пласта насыщалась пресной водой, которая затем вытеснялась нефтью. В результате в пористой среде создавалась связанная вода (15 - 18,3 % от объема пор). Далее модель пласта выдерживалась в покое 24 часа, после чего начиналось извлечение нефти водой из пласта с наложением вибровоздействия на модель пласта на определенной стадии извлечения нефти.

Вибровоздействие производилось в области доминантных частот при частотах и амплитудах вибрации соответственно 6 Гц и 1,06 мм, 10 Гц и 1,67 мм, 12 Гц и 1,27 мм.

Были исследованы следующие варианты извлечения нефти из пласта водой с наложением вибровоздействия:

1 - извлечение нефти из пласта водой с вибровоздействием на пласт с начала процесса извлечения;

2 - извлечение нефти из пласта водой с вибровоздействием на пласт после окончания безводного периода;

3 - извлечение нефти из пласта водой с вибровоздействием на пласт после окончания водного периода.

Результаты экспериментов обработаны в виде зависимостей КИН, доли нефти в потоке жидкости от объема прокачанной жидкости и от времени извлечения и представлены на рис. 1, 2, 3, 4.

На рис. 1, 2 представлены зависимости КИН соответственно для нефтей месторождений Биби-Эйбат и Пираллахы на различных стадиях разработки нефтяного пласта от объема прокачанной через пласт жидкости при частотах и амплитудах вибрации 6 Гц и 1,06 мм (рис.1 *а*), 10 Гц и 1,67 мм (рис.1 *б*), 12 Гц и 1,27 мм (рис.1 *в*). Как видно из представленных на рис. 1 данных, для нефти месторождения Биби-Эйбат наблюдается как зависимость КИН от варианта разработки нефтяного пласта с вибровоздействием (ср. на рис. 1 *а*, *б*, *в*, кр.1, 2, 3), так и от частот и амплитуд вибрации (ср. рис. 1 *а* с рис. 1 *б* и рис.1 *в* ). Для нефти месторождения Пираллахы зависимость КИН определяется только вариантом разработки нефтяного пласта с вибровоздействием (ср. на рис. 2 кр.1, 2, 3). При изменении частот вибрации от 6 до 12 Гц и амплитуд от 1,06 до 1,27 мм для данной нефти наблюдаются практически как количественно, так и качественно одни и те же зависимости КИН от объема прокачанной через пласт жидкости для всех рассмотренных вариантов разработки нефтяного пласта с вибровоздействием. Поэтому на рис. 2 представлены осредненные значения зависимости КИН от объема прокачанной через пласт жидкости для всех рассмотренных вариантов разработки нефтяного пласта при частотах вибрации 6 - 12 Гц и амплитудах 1,06, 1,67 и 1,27 мм.

Из рис.1 также видно, что при обычном заводнении конец процесса извлечения нефти месторождения Биби-Эйбат, когда обводненность продукции составляет 98 %, наступает после прокачки через модель пласта 4-х объемов пор (ОП) жидкости. К этому моменту безводный и конечный КИН для нефти месторождения Биби-Эйбат составляют соответст-

венно 0,25 и 0,52 долей единицы (д.ед.). По окончании процесса обычного извлечения нефти водой, согласно варианту № 3, на пласт налагается вибрационное поле с частотами и амплитудами вибрации 6 Гц и 1,06 мм (рис.1 *а*), 10 Гц и 1,67 мм (рис.1 *б*), 12 Гц и 1,27 мм (рис.1 *в*) с дальнейшим извлечением нефти из пласта водой. Как видно из рис.1 *а*, *б*, *в:* кр. 1, в начале вибровоздействия его влияние на КИН при всех рассмотренных частотах и амплитудах отсутствует. Только после прокачки через модель пласта воды в объеме приблизительно 1,3-1,7 ОП наблюдается реакция пласта на вибровоздействие, и КИН начинает расти. Дальнейшая закачка воды в пласт в количестве 5 ОП для 10 Гц и 6 ОП для 6 и 12 Гц от начала вибровоздействия приводит к достижению максимального значения КИН при вибровоздействии с частотами и амплитудами вибрации 6 Гц и 1,06 мм (рис.1 *а*), 10 Гц и 1,67 мм (рис.1 *б*), 12 Гц и 1,27 мм (рис.1 *в*), соответственно 0,6 долей единиц при общей прокачке жидкости с начала процесса извлечения нефти 10 ОП, 0,67 д. ед. и 9 ОП и 0,62 д. ед. и 10 ОП. Таким образом, при вибровоздействии на пласт, насыщенный нефтью месторождения Биби-Эйбат, по окончанию процесса обычного извлечения нефти водой КИН увеличивается для частот и амплитуд вибрации 6 Гц и 1,06 мм (рис.1 *а*), 10 Гц и 1,67 мм (рис.1 *б*), 12 Гц и 1,27 мм (рис.1 *в*) соответственно на 0,08, 0,15 и 0,10 д. ед. по сравнению с обычным извлечением нефти водой. Как видно, в данном случае наиболее эффективно вибровоздействие с частотой и амплитудой вибрации 10 Гц и 1,67 мм (рис.1 *б*).

Как показали эксперименты с нефтью месторождения Пираллахы (рис.2 кр.1), безводный и конечный КИН на момент прокачки через модель пласта 6,13 ОП жидкости, когда наступает 98% обводненность продукции, составляют соответственно 0,12 и 0,43 д.ед. При наложении на модель пласта вибрационного поля с частотами и амплитудами вибрации 6 Гц и 1,06 мм, 10 Гц и 1,67 мм , 12 Гц и 1,27 мм (рис.2 кр.1) влияние вибровоздействия на КИН наступает при прокачке через модель пласта 0,8 ОП жидкости, а осредненный КИН составляет 0,5 д.ед. при прокачке через модель пласта 10,5 ОП жидкости. Таким образом, вибровоздействие на пласт, насыщенный нефтью месторождения Пираллахы, независимо от частот и амплитуд вибрации позволяет увеличить КИН на 0,07 д. ед. по сравнению с обычным извлечением нефти водой.

На кривых 2, 3 рис.1 *а*, *б*, *в* и рис. 2 отложены данные экспериментов для нефтей месторождений Биби-Эйбат и Пираллахы, когда вибровоздействие на пласт осуществляется соответственно сразу же после окончания безводного периода (вариант № 2) и с начала извлечения нефти водой (вариант № 1). Как видно из этих данных, независимо от параметров вибрационного поля, налагаемых на пласт, КИН в этих случаях всегда выше, чем при вибровоздействии на пласт после окончания процесса обычного извлечения нефти водой. При этом объем прокачки рабочего агента через модель пласта во всех случаях по сравнению с вариантом № 3 сокращается.

Так, КИН для нефти месторождения Биби-Эйбат, когда вибровоздействие на пласт осуществляется сразу же после окончания безводного периода, составляет 0,65 д.ед. для частот и амплитуд вибрации 6 Гц и 1,06 мм при объеме прокачки жидкости через пласт 9 ОП; 0,75 д.ед. для 10 Гц и 1,67 мм при объеме прокачки жидкости через пласт 7,2 ОП; 0,7 д.ед. для 12 Гц и 1,27 мм при объеме прокачки жидкости через пласт 8,5 ОП. Осредненный КИН для нефти месторождения Пираллахы в этом случае составляет 0,6 д.ед. при объеме прокачки жидкости через пласт 7,75 ОП.

КИН для месторождения Биби-Эйбат, когда вибровоздействие на пласт осуществляется с начала извлечения нефти водой, составляет 0,7 д.ед. для частот и амплитуд вибрации 6 Гц и 1,06 мм при объеме прокачки жидкости через пласт 8 ОП; 0,81 для 10 Гц и 1,67 мм при объеме прокачки жидкости через пласт 6 ОП; 0,75 д.ед. для 12 Гц и 1,27 мм при объеме прокачки жидкости через пласт 7,2 ОП. Осредненный КИН для нефти месторождения Пираллахы составляет 0,65 д.ед. при объеме прокачки жидкости через пласт 6,45 ОП.

При этом анализ данных, приведенных на рис.1 и 2, показывает, что конечный КИН для нефти месторождения Биби-Эйбат плотностью 877 кг/м$^3$ и вязкостью 18,9 мПа·с при

всех исследованных частотах и амплитудах вибрации и вариантах извлечения нефти из пласта всегда выше, чем для нефти месторождения Пираллахы плотностью 926 кг/м$^3$, вязкостью 157 мПа·с. Хотя прирост конечного КИН в результате вибровоздействии по сравнению с заводнением для нефти месторождения Пираллахы сопоставим с приростом конечного КИН для нефти месторождения Биби-Эйбат, а для некоторых частот вибрации и вариантов извлечения нефти он даже выше.

Здесь следует также отметить, что и в данных случаях реакция пласта на вибровоздействие проявляется с некоторым опозданием. Например, для нефти месторождения Биби-Эйбат для частот и амплитуд вибрации 6 Гц и 1,06 мм, 10 Гц и 1,67 мм, 12 Гц и 1,27 мм, когда вибровоздействие на пласт осуществляется соответственно сразу же после окончания безводного периода и с начала извлечения нефти водой, реакция пласта на вибровоздействие наступает соответственно после прокачки через пласт рабочего агента 1,43 и 0,25, 1,05 и 0,22 и 1,43 и 0,72 ОП.

Такое же явление наблюдается и при вибровоздействии на пласт насыщенной нефтью месторождения Пираллахы.

Сравнение экспериментальных данных для нефти месторождения Биби-Эйбат (рис.1 *а*, *б*, *в* кр.1, 2, 3) также показывает, что, если конечный КИН в 0,52 д.ед. для обычного извлечения нефти водой достигается при прокачке через пористую среду 4 объемов пор жидкости, то тот же КИН для частот и амплитуд вибрации 6 Гц и 1,06 мм, 10 Гц и 1,67 мм, 12 Гц и 1,27 мм, когда вибровоздействие на пласт осуществляется соответственно сразу же после окончания безводного периода (вариант № 2) и с начала извлечения нефти водой (вариант № 1), достигается соответственно при объеме прокачки жидкости через пласт 2,8 и 1,68 ОП, 2,1 и 1 ОП и 2,5 и 2,1 ОП. Таким образом, к этому моменту экономия в расходе рабочего агента для частот и амплитуд вибрации 6 Гц и 1,06 мм, 10 Гц и 1,67 мм, 12 Гц и 1,27 мм для вариантов № 2 и № 1 составляет соответственно 1,2 и 2,32, 1,9 и 3, 1,5 и 1,9 ОП.

Анализ полученных зависимостей КИН от времени извлечения для случая, когда вибровоздействие на пласт осуществляется при частоте и амплитуде вибрации 10 Гц и 1,67 мм (см. рис.3), показывает, что, если конечный КИН для обычного заводнения достигается за 565 мин., то это значение КИН при вибровоздействии сразу же после окончания безводного периода и с начала извлечения нефти водой достигается соответственно за 420 и 300 мин. При этом разница во времени извлечения нефти для обычного заводнения и при вибровоздействии сразу же после окончания безводного периода и с начала извлечения нефти водой соответственно составляет $\Delta t_{1\text{-}2}$= 145 мин. и $\Delta t_{1\text{-}3}$ = 265 мин. (ср.: кр.1 с кр. 2 и кр.1 с кр. 3 рис. 3). Этот выигрыш во времени извлечения нефти сохраняется практически до конца процесса извлечения нефти при вибровоздействии. Аналогичное явление прослеживается и для других случаев извлечения нефти с другими параметрами вибрации и физико-химическими свойствами нефти.

Еще одним показателем эффективности влияния вибровоздействия на процесс извлечения нефти из пласта является динамика доли нефти в потоке жидкости. На рис. 4 представлена ее зависимость от объема прокачки жидкости для случаев, когда вибровоздействие на пласт осуществляется при частоте и амплитуде вибрации 10 Гц и 1,67 мм по окончании процесса обычного извлечения нефти водой (кр.1), сразу же после окончания безводного периода (кр.2) и с начала извлечения нефти водой (кр.3).

Как видно из этой зависимости, при заводнении доля нефти в потоке жидкости резко падает по мере извлечения нефти водой из пласта (рис.4 кр.1). В момент начала вибровоздействия при объеме прокачки рабочего агента 4 ОП она равняется 0,0033. После приложения вибровоздействия она продолжает уменьшаться в течение прокачки через модель пласта 1,05 ОП рабочей жидкости. Затем проявляется влияние вибровоздействия на процесс извлечения нефти, и доля нефти в потоке жидкости начинает расти с 0,00019 до 0,082, потом она опять уменьшается до почти нулевого значения. Таким образом, в условиях наших экспериментов при вибровоздействии после окончания процесса обычного заводнения доля нефти в потоке увеличивается в 25 раз.

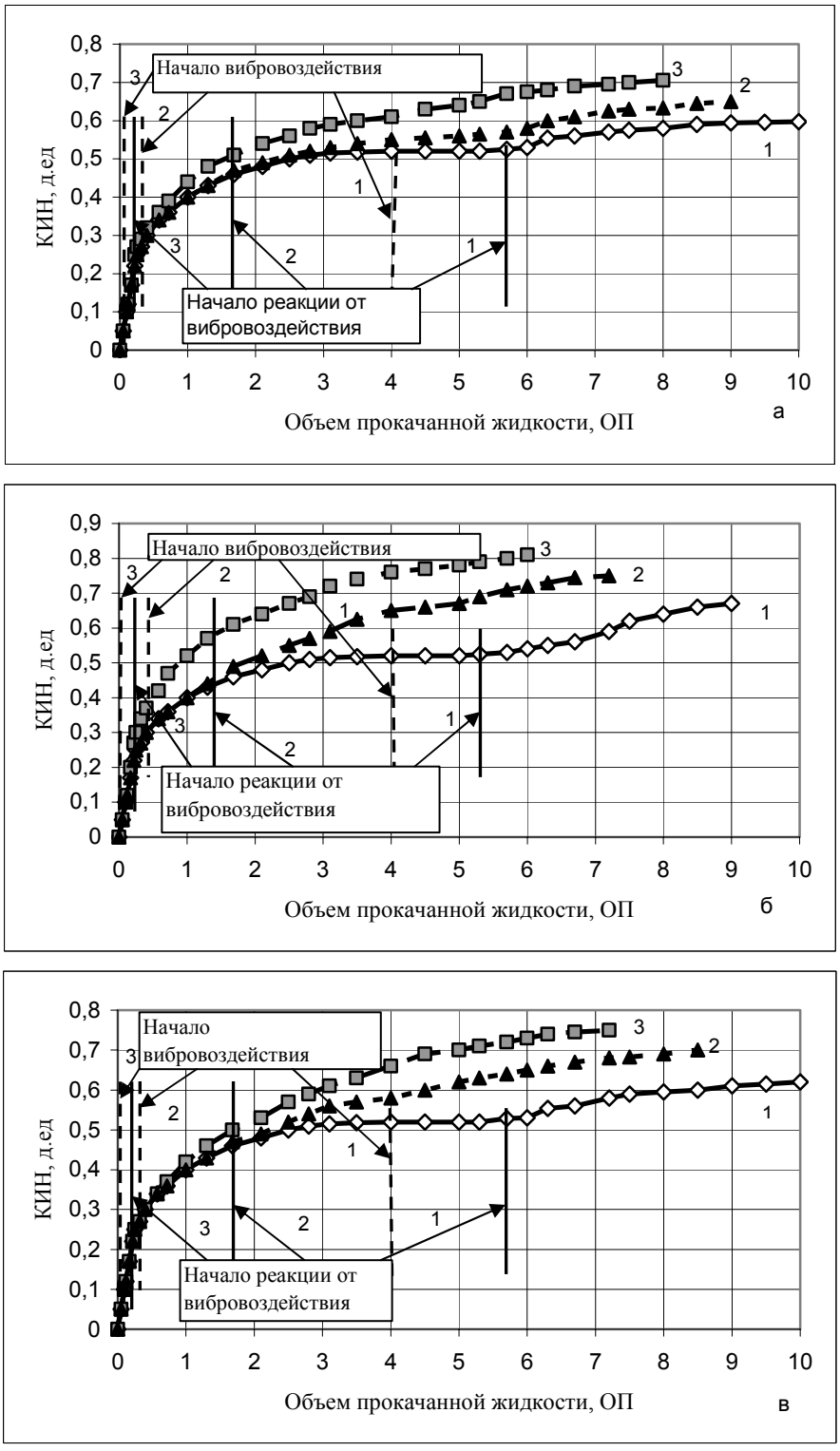



**Рис. 1.** Коэффициент извлечения нефти месторождения Биби-Эйбат водой при вибровоздействии после окончания водного периода (кр.1), безводного периода (2) и с начала процесса извлечения нефти водой (кр.3) при частоте вибрации и амплитуде: (а) 6 Гц, 1,06 мм; (б) 10 Гц, 1,67 мм; (в) 12 Гц, 1,27 мм

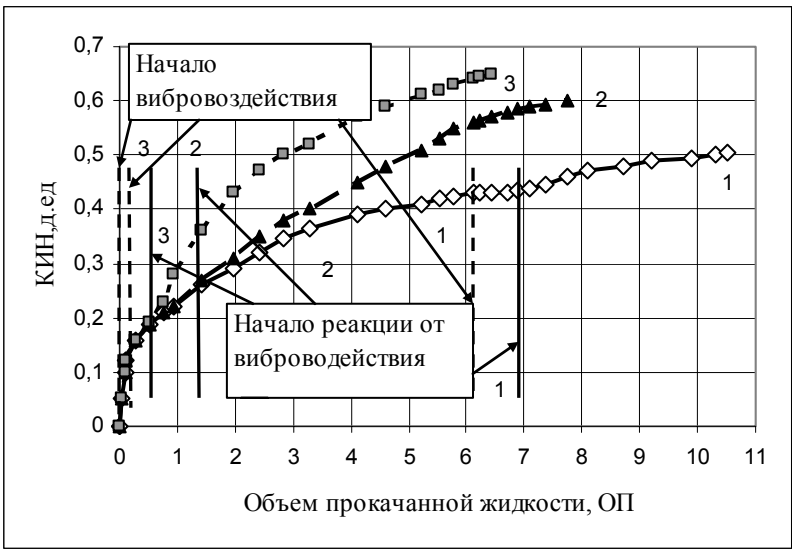



**Рис. 2.** Коэффициент извлечения нефти месторождения Пираллахы водой при вибровоздействии после окончания водного периода (кр.1), безводного периода (2) и с начала процесса извлечения нефти водой (кр.3) при частоте вибрации и амплитуде: 6 Гц, 1,06 мм (кр.1,2,3); 10 Гц, 1,67 мм (кр.1,2,3); 12 Гц, 1,27 мм (кр.1,2,3)

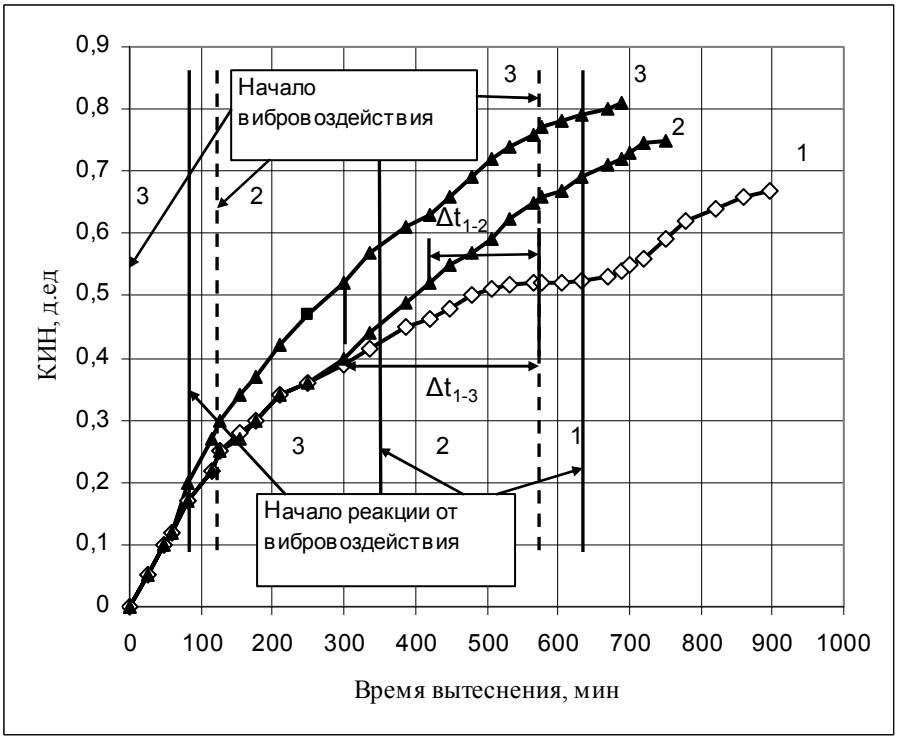



**Рис. 3.** Зависимость коэффициента извлечения нефти месторождения Биби-Эйбат от времени извлечения при вибровоздействии после окончания водного периода (кр.1), безводного периода (2) и с начала процесса извлечения нефти водой (кр.3) при частоте вибрации 10 Гц и амплитуде 1,67 мм




**Рис. 4.** Доля нефти в потоке жидкости в зависимости от объема прокачанной жидкости при вибровоздействии после окончания водного периода (кр.1), безводного периода (2) и с начала процесса извлечения нефти водой (кр.3) при частоте вибрации 10 Гц и амплитуде 1,67 мм

Увеличение доли нефти в потоке по сравнению со случаем вибровоздействия на пласт по окончанию процесса обычного извлечения нефти водой (рис.4 кр.1) наблюдается, когда вибровоздействие на пласт налагается сразу же после окончания безводного периода (рис.4 кр.2), и еще большее – с начала извлечения нефти водой (рис. 4. кр.3). Поэтому, исходя из результатов наших экспериментов, хотя при вибровоздействии на всех стадиях разработки нефтяного пласта наблюдается увеличение КИН, для получения наибольшего эффекта прилагать вибровоздействие на нефтяной пласт следует на более ранних стадиях разработки.

Рассмотрим теперь причины, определяющие выявленные при проведении экспериментов особенности влияния вибровоздействия на КИН из нефтяных пластов.

Известно, что одними из основных факторов, определяющих КИН из нефтяного пласта, являются капиллярные и вязкостные силы, которые зависят от межфазного натяжения на границах раздела нефти и воды, смачиваемости коллектора и отношения вязкостей нефти и воды.

Исследования, проведенные нами и другими авторами, показали, что в результате трансформации надмолекулярной структуры нефти под влиянием вибровоздействия в соответствии с параметрами и интенсивностью внешнего воздействия (частота и амплитуда) наблюдаются: резкое уменьшение межфазного натяжения на границе раздела системы углеводородная жидкость – вода в узком диапазоне частот и амплитуд, характерных для каждой конкретной системы (Абасов и др., 2004; Абасов и др., 2006 и др.); улучшение смачиваемости породы водой (Абасов и др., 2005; Барабанов, 2002 и др.); снижение эффективной вязкости нефтей и изменение их упругих свойств (Гадиев, 1977; Стреков и Гаджиев, 2007 и др.); разделение и отрыв капель углеводородной жидкости от твердой поверхности в области характеристических частот резонансного поглощения энергии вибрации, определяемых плотностью и вязкостью углеводородной жидкости (Абасов и др., 2007).

Все физические изменения, происходящие с углеводородными жидкостями, определяются временем трансформации надмолекулярной структуры нефти под действием вибровоздействия (Абасов и др., 2004; Абасов и др., 2005; Абасов и др., 2006; Абасов и др., 2007; Стреков и Гаджиев, 2007).

В работах (Везиров и др., 1999; Погосян и др., 1989 и др.) также показано, что при вибровоздействии скорость фильтрации как однофазной, так и двухфазной жидкостей в

пористой среде увеличивается.

Благодаря изменению физико-химических свойств углеводородных жидкостей и их поведения в пористой среде под влиянием вибровоздействия в области доминантных частот изменяется фазовая проницаемость и обеспечивается подвижность нефти при значениях насыщенности ниже пороговой (когда нефть и вода в пласте неподвижны) (Николаевский, 1989; Николаевский, 1992). Однако, несмотря на изменение физико-химических свойств углеводородных жидкостей и их поведения в пористой среде под влиянием вибровоздействия, отношение вязкостей и воды для легких и средних нефтей всегда меньше, чем для тяжелых нефтей.

Поэтому при применении вибровоздействия как после окончания процесса извлечения нефти водой, так сразу же после окончания безводного периода и с начала извлечения нефти водой после прокачки определенного объема жидкости через пласт (времени вибровоздействия на пласт) (см. рис.1, 2) наблюдается увеличение доли нефти в потоке жидкости (см. рис. 4), сокращение времени извлечения нефти (ср.: кр. 1, 2, 3 рис.3), зависимость КИН от параметров вибрации и свойств углеводородной жидкости и всегда дополнительный рост КИН по сравнению с обычным заводнением (см. рис.1, 2).

## Заключение

Проведенные экспериментальные исследования позволили сделать ряд выводов об особенностях влияния вибровоздействия на процесс извлечения нефти водой:

- при вибровоздействии независимо от стадии разработки нефтяного пласта КИН увеличивается по сравнению с обычным извлечением нефти водой;

- наибольший эффект от вибровоздействия на нефтяной пласт наблюдается на более ранних стадиях разработки, при этом сокращается объем прокачки рабочего агента и время извлечения нефти по сравнению с заводнением;

- реакция нефтяного пласта относительно начала вибровоздействия проявляется с некоторым опозданием;

- зависимость КИН от параметров вибрации определяется свойствами (плотностью, вязкостью) углеводородной жидкости.

## ЛИТЕРАТУРА

АБАСОВ, М.Т., СТРЕКОВ, А.С., АББАСОВ, М.И., ЛИТВИШКОВ, Ю.Н., ГАДЖИЕВ, А.А. 2004. Влияние вибровоздействия на устойчивость межфазной границы системы углеводородная жидкость – вода. В материалах Международной конференции: *Фундаментальные проблемы разработки нефтегазовых месторождений, добычи и транспортировки углеводородного сырья,*. ГЕОС, Москва, 247-248.

АБАСОВ, М.Т., СТРЕКОВ, А.С., АББАСОВ, М.И., ЛИТВИШКОВ, Ю.Н., ГАДЖИЕВ, А.А. 2005. Влияние вибровоздействия на избирательные смачивающие характеристики систем твердое тело – вода – углеводородная жидкость. *Известия НАНА. Науки о Земле,* 3, 57-63.

АБАСОВ, М.Т., СТРЕКОВ, А.С., АББАСОВ, М.И., ЛИТВИШКОВ, Ю.Н., ГАДЖИЕВ, А.А. 2006. Устойчивость системы углеводородная жидкость – вода в поле упругих волн. *Труды Института Геологии*, Nafta-Press, Баку, 34, 6-24.

АБАСОВ, М.Т., СТРЕКОВ, А.С., ЛИТВИШКОВ, Ю.Н., ГАДЖИЕВ. А.А. 2007. Особенности поведения углеводородных жидкостей в поле упругих волн. *Известия НАНА. Науки о Земле,* 3, 48-58.

БАРАБАНОВ, В.Л. 2002. Влияние сейсмического воздействия на смачиваемость коллекторов и возможность резонансного возбуждения пульсаций тонких пленок и капель нефти. *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений,* 5, 67-72.

БОГОЛЮБОВ, Б.Н., ЛОБАНОВ, В.Н., БРИЛЛИАНТ, Л.С., САШНЕВ, И. А., ПОТАПОВ, Г.А. 2000. Интенсификация добычи нефти низкочастотным акустическим воздействием. *Нефтяное хозяйство,* 9, 80-81.

ВЕЗИРОВ, Д.Ш., МУЗАФФАРОВ, Г.Э., ЗАЛОВ, И.Д. 1998. Вибровоздействие на пористую среду с целью увеличения коэффициента вытеснения нефти водой. *Известия АН Азербайджана. Науки о Земле,* 2, 75-80.

ВЕЗИРОВ, Д.Ш., МУЗАФФАРОВ, Г.Э., ЗАЛОВ, И.Д. 1999. Фильтрация жидкости через пористую среду в вибрационном поле. В Трудах ИПГНГМ: *Вопросы разработки и физикохимии нефтегазоносных пластов*, Баку, 109-112.

ГАДИЕВ, С.М. 1977. Использование вибрации в добыче нефти. Недра**.** Москва.

ГОРБАЧЕВ, Ю.И., ИВАНОВА, Н.И., НИКИТИН, А.А., КОЛЕСНИКОВ, Т.В., ОРЕНТЛИХЕРМАН, Э.И. 2002. Акустические методы повышения нефтеотдачи пластов и интенсификации добычи нефти. *Нефтяное хозяйство,* 5, 87-91.

ЛУКЬЯНОВ, Ю.В., ШУВАЛОВ, А.В., ИМАМОВ, Р.З., ДЫБЛЕНКО, В.П., ЕВЧЕНКО, В.С., СОЛОНИЦЫН, С.Н. 2007. Влияние пластовых условий на эффективность вибросейсмического воздействия. *Нефтяное хозяйство,* 4, 58-61.

МОХОВ, М.А., САХАРОВ, В.А., ХАБИБУЛЛИН, Х.Х.

2004. Виброволновое и вибросейсмическое воздействие на нефтяные пласты. *Нефтепромысловое дело,* 4, 24-28.

НИКОЛАЕВСКИЙ, В.Н. 1989. Механизм вибровоздействия на нефтеотдачу месторождений и доминантные частоты. *ДАН,* 11, 570-575.

НИКОЛАЕВСКИЙ, В.Н. 1992. Вибрации горных массивов и конечная нефтеотдача пласта. *Механика жидкости и газа*, 5, 110-119.

ПОГОСЯН, А.Б., СИМКИН, Э.М. СТРЕМОВСКИЙ, Э.В., СУРГУЧЕВ, М.Л., ШНИРЕЛЬМАН, А.И. 1989. Сегрегация углеводородной жидкости и воды в пористой среде в поле упругих волн. *ДАН* ,11, 575-577.

ПОТАПОВ, Г.А., ПРАВДУХИН, В.М. 2000. Оценка эффективности воздействия мощного низкочастотного акустического излучения на призабойную зону. *Нефтяное хозяйство,* 9, 82-85.

САДОВСКИЙ, М.А., АБАСОВ, М.Т., НИКОЛАЕВ, А.В. 1986. Перспективы вибрационного воздействия на нефтяную залежь с целью повышения нефтеотдачи. *Вестник АН СССР,* 9, 40-43.

СИМОНОВ, Б.Ф., ОПАРИН, В.Н., КАНИСКИН, Н.А., ЧЕРЕДНИКОВ, Е.Н., КАДЫШЕВ, А.И., МАСЛЕННИКОВ, В.В. 2000. Вибросейсмическое воздействие на нефтяные пласты с земной поверхности. *Нефтяное хозяйство,* 5, 41-46.

СТРЕКОВ, А.С., ГАДЖИЕВ, А.А. 2007. Влияние вибровоздействия на трансформацию нефтей и их вязкоупругих характеристик. *Известия НАНА. Науки о Земле,* 4, 54-59.

ЭФРОС, Д.А. 1963. Исследование фильтрации неоднородных систем. Гостоптехиздат. Москва. 352.

© Р.А.Мусаев, А.И.Асадов, Э.Г.Халилов, 2008

# РАЗРАБОТКА МЕТОДА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИЗАБОЙНУЮ ЗОНУ СКВАЖИН РАСТВОРОМ ОТРАБОТАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

**Р.А.Мусаев, А.И.Асадов, Э.Г.Халилов**

*Институт геологии НАН Азербайджана*
*AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А*

В статье приведены результаты экспериментального исследования влияния растворов отработанной серной кислоты, времени их выдержки в пористой среде и градиента давления на эффективность химической обработки.

На основе полученных данных разработан метод обработки призабойной зоны скважин с производными продуктами серной кислоты.

Известно, что снижение проницаемости пласта в призабойной зоне обычно происходит в результате физико-литологических, физико-химических и термохимических явлений. Эти факторы, нарушающие сообщение пласта со скважиной, уменьшают ее продуктивность. Для увеличения или же восстановления ухудшенной проницаемости призабойной зоны скважин обычно применяют растворы соляной кислоты или же его модификации в зависимости от физико-литологического состава породы в пласте в различных вариантах (Сидеровский, 1978; Салаватов и др., 2000; Гаврюлюк и др., 2001). Основным недостатком растворов соляной кислоты для обработки призабойной зоны является высокая скорость химической реакции между кислотой и карбонатными породами (Мусаев и др., 2007). В связи с этим большой интерес представляют пути повышения проницаемости зоны путем изыскания кислотосодержащих продуктов (Абасов, Мусаев, 2005). Проведенными физико-химическими исследованиями была выявлена возможность использования растворов отработанной серной кислоты (ОСК) для химической обработки призабойной зоны скважин (Мусаев и др., 2007).

В данной работе изучено влияние 15%-ного раствора ОСК и соляной кислоты на изменение проницаемости пористой среды. В опытах использована порода из кирмакинской свиты, характеристика которой приведена в таблице.

Модели пористой среды были созданы в экспериментальных колонках, представляющих собой трубы из органического стекла длиной 0,5 м и диаметром 0,025 м. Изготовленная модель пористой среды вакуумировалась и насыщалась пресной водой, после чего определялась проницаемость по воде, затем вода замещалась растворами кислот. Система оставлялась на определенное время для осуществления реакции кислоты с карбонатами пористой среды, и вновь определялась водопроницаемость. Опыты проводились при комнатной температуре и градиенте давления, равном $0,05 \div 0,2$МПа/м.

После обработки породы растворами кислот во всех случаях вначале наблюдается уменьшение водопроницаемости, а затем ее возрастание. Так, например, после обработки модели пласта с проницаемостью 6,5 мкм$^2$ 15%-ным раствором ОСК, ее проницаемость уменьшается на 41%. Такая же закономерность, но с меньшей интенсивностью, наблюдается и для растворов соляной кислоты.

Характеристика образцов кирмакинской свиты

| Образцы | Карбонатность, % | Глинистость, % | Плотность, кг/м$^3$ | Пористость,% | Проницаемость, мкм$^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 12,0 | 15,0 | 2620 | 38-35 | 14,6-13,6 |
| 2 | 11,5 | 17,8 | 2630 | 32-30 | 6,4-6,0 |
| 3 | 10,0 | 20,5 | 2650 | 28-27 | 1,0-0,53 |

Опыты показывают, что увеличение проницаемости зависит от характера кислоты и объема прокачиваемой воды. Указанное изменение проницаемости пористой среды связано с тем, что при взаимодействии соляной кислоты с карбонатными породами образуются соли (хлористый кальций и хлористый магний), которые легко растворяются в воде. Поэтому по сравнению с раствором ОСК наблюдается увеличение проницаемости пористой среды в большей степени. Визуальные наблюдения показали, что при фильтрации воды через пористую среду после обработки ее 15%-ным раствором ОСК наблюдается вынос из модели вместе с водой мелкодисперсных кристаллических осадков. Эти осадки образуются в результате химической реакции между ОСК и карбонатными породами и представляют собой нерастворимые в воде соли сульфатов кальция и магния.

Очевидно, образовавшиеся кристаллические осадки не выносятся полностью водой из пористой среды. Незначительная часть этих осадков, оставаясь в пористой среде, закупоривает поры и каналы. Поэтому по сравнению с раствором соляной кислоты в случае ОСК наблюдается относительно меньший рост проницаемости пористой среды. При этом большее снижение проницаемости наблюдается для пористых сред с меньшими проницаемостями. Как видно из кривых зависимостей (рис.1), после обработки модели пласта 15%-ным раствором соляной кислоты ее первоначальная проницаемость практически восстанавливается после фильтрации 20 объемов пор воды.

Несколько иные результаты получены при использовании в качестве кислоты растворов ОСК. В этом случае водопроницаемость не восстанавливается полностью. Даже при прокачке через модель 30 объемов пор воды проницаемость равна 0,5 мкм$^2$.

Было изучено также влияние времени выдержки раствора ОСК на изменение проницаемости модели пласта в зависимости от объема воды, прокаченной через пористую среду. Установлено, что более интенсивное восстановление водопроницаемости пористой среды происходит в течение 8 часов (рис.2).

На рис. 3 представлены результаты изучения влияния градиента давления на изменение водопроницаемости пористой среды после обработки ее 15%-ным раствором ОСК. В этих опытах система оставлялась на 8 часов для осуществления реакции кислоты с карбонатами породы, а затем при различных градиентах давления определялась водопроницаемость пористой среды. Установлено, что с повышением градиента давления водопроницаемость модели пласта увеличивается, причем это увеличение в значительной степени зависит от величины градиента давления. При градиенте давления 0,1МПа/м водопроницаемость практически восстанавливается до первоначального значения. Как видно из представленных кривых зависимостей, при градиенте давления 0,15 и 0,2 МПа/м с увеличением объема закачиваемой воды наблюдается более интенсивное увеличение водопроницаемости пористой среды. Так, например, при градиенте давления 0,2 МПа/м при фильтрации 8-10 объемов пор воды по сравнению с первоначальным значением проницаемость практически увеличивается на 20%.

Визуальные наблюдения показали, что фильтрация воды сквозь пористую среду при больших градиентах давления приводит к большому выносу осадков из пористой среды, это является следствием увеличения проницаемости пористой среды после обработки ее 15%-ным раствором отработанной серной кислоты.

Таким образом, проведенные лабораторные опыты показали, что применение растворов ОСК в определенных условиях позволяет увеличить производительность скважин.

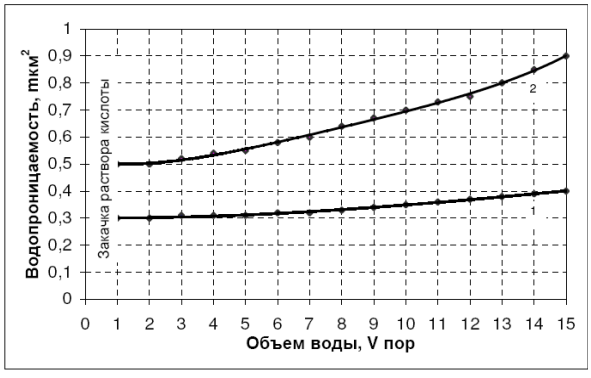



**Рис. 1.** Зависимость водопроницаемости модели пласта от объема прокаченной воды после обработки ее 15%-ным раствором ОСК (1) и HCl (2).

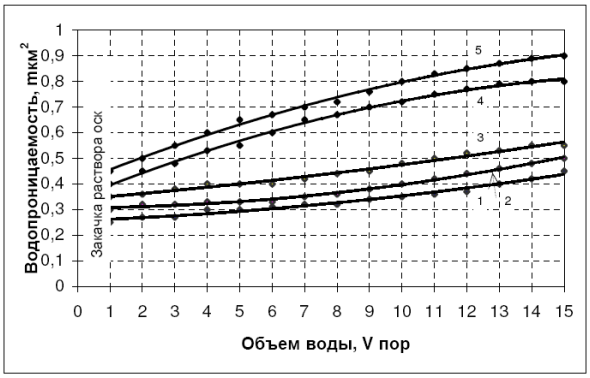



**Рис. 2.** Изменение водопроницаемости в зависимости от времени выдержки 15%-ного раствора ОСК в модели пласта после 36(1); 24(2); 16(3); 8(4) (5) часов.

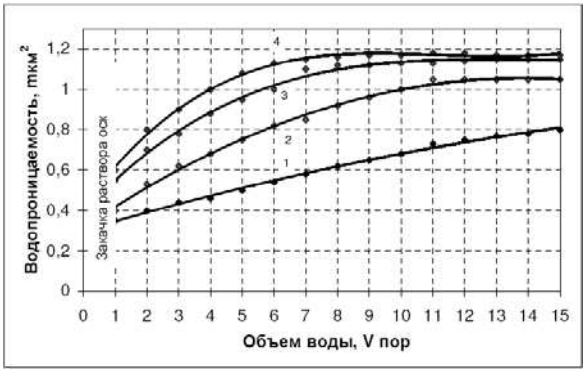



**Рис. 3.** Изменение водопроницаемости в зависимости от градиента давления после 8-часовой выдержки 15%-ного раствора ОСК в модели пласта. Кривые: 1-0,005; 2-0,1; 3-0,15; 4-0,2 МПа/м.

В этой связи на основе полученных лабораторных данных разработан метод обработки призабойной зоны скважин. Сущность метода заключается в том, что для повышения производительности добывающих скважин, эксплуатирующих терригенные коллекторы, в качестве кислотного реагента используются растворы серной кислоты или ее производных, в частности отработанной серной кислоты. При этом после завершения обработки призабойной зоны с целью недопущения осаждения осадков, образовавшихся в порах в результате взаимодействия кислоты с карбонатами, скважина вводится в эксплуатацию после 8-ми часовой выдержки при больших депрессиях на призабойную зону.

**ЛИТЕРАТУРА**

АБАСОВ, М.Т., МУСАЕВ, Р.А. 2005. Исследования в области использования побочных продуктов нефтепереработки и нефтехимии для интенсификации добычи нефти. *Труды ИГ НАНА*, 32, 53-61.

ГАВРЮЛЮК, О.В., ГЛАЗКОВ, О.В., КРУТИН, А.Г. 2001. Применение вторичных фторсодержащих продуктов для глинокислых обработок скважин. *Журнал нефтегазовых технологий*, 1, 25-26.

МУСАЕВ, Р.А., АСАДОВ, А.И., ХАЛИЛОВ Э.Г. 2007. О возможности использования раствора отработанной серной кислоты для увеличения производительности скважин. *Известия НАНА, Науки о Земле*, 2, 54-58.

САЛАВАТОВ, Т.Ш., ШИХЫЕВ, М.Н., ХЫДЫРОВ, Р.Н. 2000. Исследование повышения эффективности кислотной обработки в условиях эмульсии на ПЗС. *АНХ,* 7, 17-21.

СИДЕРОВСКИЙ, В.А. 1978. Вскрытие пластов и повышение продуктивности скважин. Недра. Москва. 255.

***Рецензент: д.т.н. А.С.Стреков***

# ГЕОГРАФИЯ

© M.A.Abduyev, 2008

## AZƏRBAYCANIN DAĞ ÇAYLARININ MİKROELEMENTLƏR AXIMININ QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

**M.A.Abduyev**

*Azərbaycan MEA akad. H.Ə.Əliyev adına Coğrafiya İnstitutu*
*AZ1143, Bakı, H.Cavid prosp., 31*

Məqalənin əsas məqsədi Azərbaycanın dağ çaylarının çoxillik orta mikroelementlər axımının müəyyən edilməsidir. Mikroelementlər axımının tədqiqi 1976-2006-cı illərin stasionar məlumatlarına əsasən yerinə yetirilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, mikroelementlərin çoxillik orta axım həcmi çayın axım həcmindən asılıdır. İlk dəfə olaraq su və mikroelementlər axımının çoxillik orta qiymətləri arasındakı əlaqəyə əsasən çayların mikroelementlər axımı hesablanmışdır. Əlaqələrdən alınmış riyazi ifadələrlə öyrənilməmiş çayların mikroelementlər axımını hesablamaq olar.

### Giriş

Çay sularının fiziki-kimyəvi və biokimyəvi proseslərində mikroelementlər mühüm rol oynayır. Suyun tərkibində mikroelementlərin miqdarının az olmasına baxmayaraq, onların həyati proseslərdə rolu çox böyükdür. Belə ki, bitki və heyvan orqanizmlərilə sıx bağlı olan bu elementlər bitkilərdə karbon və zülalın mübadiləsində, toxumun inkişafı və məhsuldarlığında, fotosintez prosesinin stimullaşdırılmasında, heyvan orqanizmlərində isə oksidləşmə-bərpa proseslərində, qan dövranında iştirak etməklə fermentlərin tərkibinə daxil olan tənəffüsün tənzimlənməsində mühüm əhəmiyyət kəsb edirlər. Bundan başqa, bu elementlərin canlılarla sıx bağlılığı, onların torpağın humus qatında toplanmasında və mikroelementlər yataqlarının axtarışında biokimyəvi metodun istifadəsinə zəmin yaradır.

Müasir dövrdə kimyəvi maddələrin əsas hissəsi çaylarla gətirildiyindən mikroelementlərin axımı haqqındakı məlumatlar su hövzələrinin hidrokimyasının öyrənilməsində mühüm mənbə hesab olunur. Mikroelementlər axımı həm də hövzədə baş verən kimyəvi və fiziki eroziya prosesinin sürətinin geokimyəvi meyarı sayılmaqla ətraf mühitə antropogen təsirin intensivliyini əks etdirir. Ona görə də çayların mikroelementlər axımının öyrənilməsi böyük praktiki və nəzəri əhəmiyyət kəsb edir.

Bununla belə, çay sularının tərkibindəki mikroelementlərin öyrənilməsinə, əsas ionlarla müqayisədə, az diqqət yetirildiyindən Azərbaycanın dağ çaylarının hidrokimyəvi problemlərindən biri də mikroelementlər axımının tədqiq olunmasıdır. Qeyd edilən çayların mikroelementlər axımı haqqında bir sıra tədqiqatçıların (Гаджиев, 1984; Рустамов, Кашкай, 1989; Мамедов, 2002; Гюль, 2003; Мамедов, 2007 və s.) əsərlərində bəzi məlumatlar verilsə də, bütövlükdə bu elementlərin axım rejiminə və onların tərəddüdünə dair tədqiqat işi yerinə yetirilməmişdir.

### Tədqiqat obyekti və istifadə olunmuş materiallar

Tədqiqat obyekti kimi respublikanın dağlıq ərazilərindən axan və hövzələri müxtəlif fiziki-coğrafi şəraitlə səciyyələnən dağ çayları seçilmişdir. Bu çayların mikroelementlər axımının tədqiqi üçün indiki Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi Ətraf Mühit üzrə Milli Monitorinq Departamentinin (keçmiş Dövlət Hidrometeorologiya Komitəsinin) Qarabağ və Kiçik Qafqazın cənub yamacı çaylarında 1976-1992-ci illər ərzində apardığı çoxillik müşahidə məlumatlarından, digər ərazi çaylarında isə 1976-2006-cı illərin məlumatlarından istifadə edilmişdir.

### Tədqiqatın nəticələri

Məlumatların təhlili göstərir ki, 33 dağ çayından götürülmüş su nümunələrində mikroelementlərin kəmiyyəti sistematik olaraq müəyyən edilir (cədvəl). Su nümunələrində əsasən dəmir, mis, sink, alüminium, manqan və titan kimi mikroelementlərin kəmiyyəti təyin olunmuşdur.

Bu elementlərdən mis, alüminium,manqan və titanın çoxillik orta konsentrasiyalarının kəmiyyətləri bir-birinə çox yaxın olduğundan, cədvəldə yalnız misin konsentrasiyasının və mis axımının çoxillik orta qiymətləri verilmişdir. Bununla belə, alüminium, manqan və titan elementlərinin də həm konsentrasiyasının, həm də axımının çoxillik orta kəmiyyətləri hesablanmışdır.

Öyrənilən çaylarda mikroelementlərin çoxillik orta axımı aşağıdakı qaydada dəyişir:

Ümumi dəmir axımı - 0.7-342 ton
Alüminium və manqan axımı - 0.04-27 ton
Mis axımı - 0.06-30 ton
Civə axımı - 0.0021-0.025 ton
Titan axımı - 0.04-23 ton
Molibden axımı - 0.015-0.85 ton
Sink axımı - 0.03-15 ton
Xrom axımı - 0.030 ton
Bismut axımı - 0.02-1.3 ton
Vanadium axımı - 0.027 ton

Mikroelementlər axımının maksimum kəmiyyəti axım həcmi daha böyük olan çaylarda müşahidə olunur. Axım həcminin artması ilə mikroelementlər axımı da artır. Bununla belə, antropogen təsirə daha çox məruz qalan çaylarda onun kəmiyyəti xeyli yüksək olur. Məsələn, Balakənçay və Talaçay, demək olar ki, eyni çoxillik orta axım həcmlərinə (müvafiq olaraq 121 və 119 mln.$m^3$) malik olmalarına baxmayaraq, litoloji tərkibinə görə fərqlənən və daha çox antropogen təsirə məruz qalan Balakənçayın mikroelementlər axımı Talaçayın mikroelementlər axımından orta hesabla 1,2 dəfə çoxdur. Həmin sözləri Həkəriçay və Oxçuçay haqqında da söyləmək olar. Həkəriçayın çoxillik orta axım həcmi Oxçuçayın axım həcmindən 1,2 dəfə böyük olsa da, Oxçuçay Ermənistan ərazisində daha çox çirkləndiyindən onun çoxillik orta mikroelementlər axımı Həkəriçayın qeyd edilən kəmiyyətindən 1,4 dəfə çoxdur.

Belə bir mənzərə Türyançayla Göyçayın və Vəlvələçayla Qaraçayın mikroelementlər axımında da müşahidə olunur. Göyçayın çoxillik orta axım həcmi Türyançayın Ağdaş məntəqəsindəki axım həcmindən, Qaraçayın axım həcmi isə Vəlvələçayın axım həcmindən böyük olmasına baxmayaraq, Türyançayın mikroelementlər axımı Göyçayınkından, Vəlvələçayın mikroelementlər axımı isə Qaraçayınkından orta hesabla 1,2 dəfə çoxdur.

Çayların ümumi mikroelementlər axımında müşahidə edilən asinxronluqla yanaşı, ayrı-ayrı mikroelementlər axımında da asinxronluq nəzərə çarpır. Məsələn, tədqiq olunan çayların arasında ən kiçik axım həçmi (çoxillik orta axım həcmi 7 mln.$m^3$) ilə səciyyələnən Qoşqarçayın ümumi dəmir axımı (0,9 ton) ondan daha böyük axım həcminə malik olan Tovuzçayın ümumi dəmir axımından 0,1 ton çoxdur. Bu da Qoşqarçay hövzəsində filiz yataqlarının olması və daha çox antropogen təsirə məruz qalması ilə izah oluna bilər.

Mikroelementlər axımının əsas mənbəyi torpaq-qrunt axınıdır. Belə ki, ilin quraq dövründə torpaqda toplanmış mikroelementlər torpağın güclü rütubətlənməsi nəticəsində yuyularaq çay sularına daxil olur. O.A.Alyokinə (1970) görə, çay sularında misin miqdarı 0,02 mq/l-ə çatır. "Səth sularının mühafizəsi qaydaları"na (1975) əsasən, içməli sularda misin miqdarı 0,001 mq/l-dən çox olmamalıdır. Apardığımız tədqiqat göstərir ki, Azərbaycanın dağ çaylarında mis ionunun çoxillik orta qiyməti 0,004-0,009 mq/l arasında dəyişir ki, bu da yol verilən qatılıq həddindən 4-9 dəfə çoxdur. Sinkin çoxillik orta qiyməti isə 0,002-0,004 mq/l arasında dəyişərək yol verilən qatılıq həddindən (0,01 mq/l) aşağı müşahidə olunur. Alüminium təbii sulara $CO_2$ və suyun təsiri altında müxtəlif silikatların aşınması prosesində daxil olur. Azərbaycanın dağ çaylarında alüminiumun konsentrasiyasının çoxillik orta qiyməti 0,004-0,009 mq/l arasında dəyişir. Təbii sularda manqanın miqdarı 0,01 mq/l (Правила…, 1975) olmalıdır. Tədqiq olunan çaylarda bu kəmiyyət 0,004-0,008 mq/l arasında dəyişir ki, bu da yol verilən qatılıq həddindən aşağıdır. Təbii sularda alüminium və manqan kimi titanın miqdarı da çox az olur. V.İ.Vernadskinin (1936) hələ XX əsrin 30-cu illərində apardığı tədqiqata görə, onun kəmiyyəti 0,001-0,01 mq/l arasında dəyişir. Azərbaycanın dağ çaylarında titanın konsentrasiyasının çoxillik orta qiyməti 0,004-0,008 mq/l arasında dəyişməklə yol verilən qatılıq həddini aşmır. Bu elementlərin il ərzində paylanması əsasən axımın illik rejiminə uyğun gəlir. Lakin bəzi çay hövzələrində həyata keçirilən antropogen fəaliyyətlə əlaqədar çaylara daxil olan bu elementlərin miqdarından asılı olaraq onların il ərzində paylanmasında böyük müxtəliflik nəzərə çarpır. Məsələn, Naxçıvançayda su sərfinin azalmasının əksinə olaraq alüminium, titan və manqanın artması, su sərfinin artması dövründə isə bu elementlərin konsentrasiyasının azalması, Həkəriçayda isə payız yağışlarının artması dövründə titan və manqanın artmasının əksinə olaraq, alüminium, mis və sinkin azalması müşahidə olunur.

Dəmir birləşmələrinə təbii suların tərkibində tez-tez təsadüf olunmasının səbəbi təbiətdə dəmirin çox yayılması ilə əlaqədar onun müxtəlif süxurlardan sulara daxil olmasıdır. Dəmirin sulara daxil olması ya oksidləşmənin, ya da turşulaşmanın təsiri altında baş verir. Təbii sular əsasən neytral və zəif qələvi reaksiyaya malik olduğundan dəmirin ümumi miqdarı cüzi olub, əsasən 0,01-0,20 mq/l arasında dəyişir. Təsadüfi hallarda 0,60-0,80 mq/litrədək yüksəlir. Aparılmış stasionar müşahidələrin təhlili göstərir ki, Azərbaycanın çay sularında dəmirin ümumi miqdarı 0,01-3,0 mq/l arasında dəyişir. Bu elementin ən böyük kəmiyyəti Gəncəçayda 1,30 mq/l (19.X.1961), Təngərüdçayda 1,44 mq/l (30.VI.1960), Kürəkçayda 1,48 mq/l (11.XII.1955), Balakənçayda 1,82 mq/l (9.XI.1999), Qudyalçayda 2,02 mq/l (8.VI.1954) Dəmiraparançayda 2,46 mq/l (23.VI.1978), Zivlənçayda 3,0 mq/l (19.X.1961) müşahidə edilmişdir. Respublikanın çay sularında dəmirin ümumi çoxillik orta qiyməti isə 0,06 mq/l-lə 0,15 mq/l arasında dəyişir. "Səth sularının mühafizəsi qaydaları"na (1975) əsasən, içməli sularda dəmirin miqdarı 0,3 mq/l-dən çox olmamalıdır. Göründüyü kimi, bəzi istisna halları çıxmaqla tədqiq olunan çaylarda dəmirin ümumi miqdarı qeyd edilən kəmiyyətdən kiçik olduğu üçün həmin sular içmək üçün istifadəyə yararlıdır. Suyun tərkibində dəmirin çoxalması onun keyfiyyətini pisləşdirir. Belə ki, dəmirin miqdarı 1 mq/litrdən çox olduqda su yüksək bulanlıqlığa, pis iyə, dada və paltarda pas ləkələrinin yaranmasına səbəb olur. Bu halda suyun içmək üçün istifadəsi də çətinləşir. Dəmir konsentrasiyasının ən böyük kəmiyyəti gursululuq dövründə müşahidə olunur. Buna səbəb hövzə səthindən yuyulan həll olmuş maddələrin çoxalmasıdır. Qış aylarında çayların qidalanmasında qrunt suları üstünlük təşkil etdiyi zaman dəmirin miqdarı çox olsa da, gursululuq dövründəki miqdarından geri qalır.

Yay aylarında da qrunt suları ilə qidalanma üstün olmasına baxmayaraq, dəmirin miqdarı qışdakına nisbətən az olur.Buna səbəb suyun yaxşı qarışması ilə əlaqədar dəmirin oksidləşməsidir.

Mövcud məlumatların təhlili göstərir ki, qeyd edilən mikroelementlərdən başqa Qudyalçay, Qaraçay, Çaqaçuqçay, Balakənçay, Əyriçay, Dəmiraparançay, Ağstafaçay, Tovuzçay, Qoşqarçay, Quruçay, Gilançay, Parağaçay, Təngərüdçay və İstisuçaydan götürülmüş su nümunələrində fasilələrlə bismut, civə, molibden, xrom, və vanadiumun da miqdarı təyin edilmişdir. Bu elementlərin çoxillik orta konsentrasiyası bismut üçün 0,0018-0,01 mq/l, civə 0,00021-0,00029 mq/l, xrom 0,004 mq/l, molibden 0,0021-0,005 mq/l, vanadium üçün isə 0,0039 mq/l təşkil edir ki, bunlar da yol verilən qatılıq həddindən aşağıdır.

Aparılmış tədqiqatlar (Алекин, 1970; Коновалов, Коренева, 1979; Вилигур, 1989; Моисеенко, 1999 və s.) göstərir ki, çayların mikroelementlər axımına əsasən çayın sululuğu təsir göstərir. Sululuğun artması mikroelementlər axımını da artırır. Bunu nəzərə alaraq Azərbaycanın dağ çaylarının mikroelementlər axımını tədqiq etmək məqsədilə ilk dəfə olaraq öyrənilmiş çayların çoxillik orta axım həcmi ilə mikroelementlər axımı arasında kifayət qədər sıx (korrelyasiya əmsalı 0,79- 0,92 arasında dəyişir) olan əlaqələr alınmışdır (şəkil).

Bu əlaqələrdə mis, alüminium, manqan və titan elementlərinə aid olan nöqtələr bir qrupda birləşdiyindən onların axımını hesablamaq üçün aşağıdakı riyazi ifadə alınmışdır:

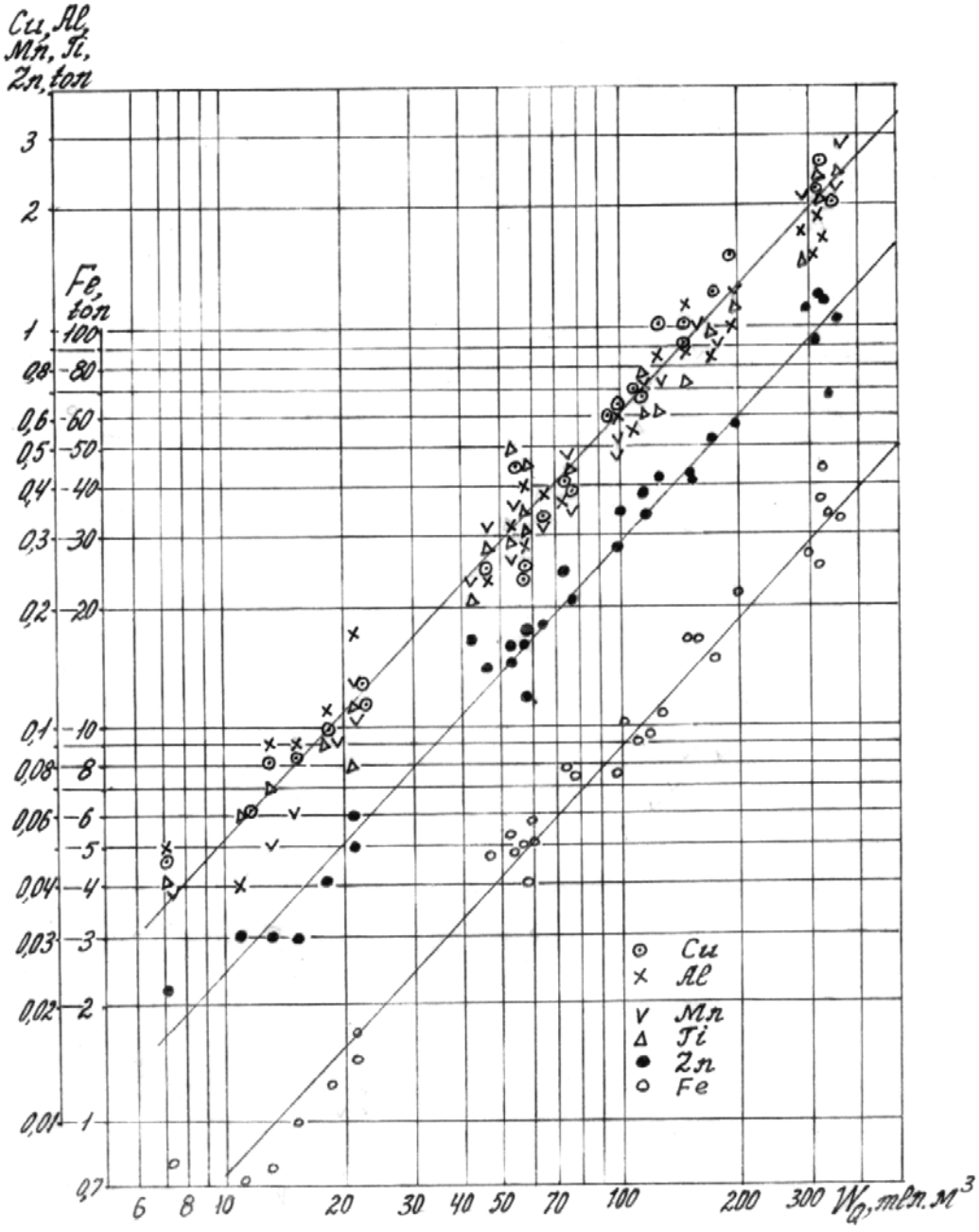
$$R_m=0,00654W_q-0,023, \text{ ton}$$

Çayların sink axımına aid olan nöqtələr ayrıca qrup yaradaraq, aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$R_{zn}=0,003W_q-0,005, \text{ ton}$$

Ümumi dəmir axımını isə hesablamaq üçün $R_{Fe}=0,1W_q-0,8$ ton ifadəsi təklif olunur. Burada $R_m$-çayların orta mis, alüminium, manqan və titan axımı, $R_{zn}$-sink axımı, $R_{Fe}$-dəmir axımı, $W_q$-isə çoxillik orta axım həcmidir.

Alınmış ifadələrlə hesablanmış mikroelementlər axımının faktiki qiymətlərlə müqayisəsi göstərir ki, 140 halda xəta ±20%-dən az, 58 halda isə ±21%-dən çoxdur. Ona görə də təklif olunan düsturlarla Azərbaycanın zəif öyrənilmiş və ya öyrənilməmiş çaylarının mikroelementlər axımını hesablamaq olar.




Mikroelementlər axımı ilə axım həcminin çoxillik orta qiymətləri arasındakı əlaqə

**ƏDƏBİYYAT**

АЛЕКИН, О.А. 1970. Основы гидрохимии. Гидрометеоиздат. Ленинград. 447.

ВЕРНАДСКИЙ, В.И. 1936. История природных вод. ОНТИ, Москва, 62.

ВИЛИГУР, К.С., ЛАЗНИК, М.М. 1989. Вынос микроэлементов в растворенной форме реками Латвии в Рижский залив и Балтийское море. *Гидрохимические материалы*, 95, 55-66.

ГАДЖИЕВ, Г.А. 1984. Химический сток и загрязнение рек Большого Кавказа в пределах Азербайджанской ССР. Автореф.дисс.к.г.н. Баку. 24.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ БЮЛЛЕТЕНЬ. 1976-1983. Материалы наблюдения за загрязненностью поверхностных вод на территории деятельности УГМС Азербайджанской ССР.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВОДНЫЙ кадастр. 1984-2006.

Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши.

ГЮЛЬ, А.К. 2003. Проблемы загрязнения Каспия. Müəllim nəşriyyatı. Баку.70.

КОНОВАЛОВ, Г.С., КОРЕНЕВА, В.И. 1979. Вынос микроэлементов речным стоком с территории СССР в моря в современный период. *Гидрохимические материалы*, 75, 11-21.

МАМЕДОВ, В.А. 2002. Вопросы экотоксикологии вод суши Азербайджана. В сб.: *Экотоксикологическая оценка риска загрязнения окружающей среды Кавказа*. Ереван.141-149.

МАМЕДОВ, Р.М., АЛИЕВ, Ч.С., ФЕЙЗУЛЛАЕВ, А.А. 2007. О роли рек в загрязнении Каспия. *Изв.НАНА. Науки о Земле*, 3, 67-74.

МОИСЕЕНКО, Т.И. 1999. Оценка экологической опасности в условиях загрязнения вод металлами. *Водные ресурсы*, 26, 2, 186-197.

ПРАВИЛА ОХРАНЫ поверхностных вод от загрязнения сточными водами.1975. Минздрав. Москва. 39.

РУСТАМОВ, С.Г., КАШКАЙ, Р.М.1989. Водные ресурсы Азербайджанской ССР. Элм. Баку.180.

***Məqaləyə c.e.d. E.K.Əlizadə rəy vermişdir***

© V.A.Məmmədov, 2008

# KÜR ÇÖKƏKLİYİ GÖLLƏRİNİN HİDROKİMYƏVİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

**V.A.Məmmədov**

*Azərbaycan MEA Geologiya İnstitutu*
*AZ1143, Bakı, H.Cavid prospekti, 29A*

100-ə yaxın gölün təbii və pozulmuş rejim dövrlərindəki hidrokimyəvi xassələri araşdırılır. Göllərdə su kütləsinin kimyəvi xassələrini formalaşdıran və onların dəyişməsinə təsir edən amillər tədqiq olunaraq müəyyənləşdirilib ki, əsas qida mənbəyi kimi çay sularından təcrid olunandan sonra göllərdə şorlaşma və çirklənmə prosesi aktivləşib. Göl suları, əsasən, xlorid sinfinin müxtəlif qrup və tiplərinə aiddir.

**Giriş.** XX əsrdə Kür çökəkliyinin bir sıra çay-göl sistemləri müxtəlif dərəcəli antropogen təsirə məruz qaldığından onların hidroloji xüsusiyyətləri ilə yanaşı, su kütlələrinin kimyəvi tərkibi və minerallaşma dərəcəsi də dəyişmişdir. Ümumən, 100-ə yaxın gölün kimyəvi xassələri tədqiq olunaraq onların dəyişmə istiqamətləri, bu dəyişmələri yaradan səbəblər və onların nəticələri müəyyənləşdirilmişdir.

**Məlumatların mənbəyi və metodik əsas.** Göllərin su kütləsinin kimyəvi xassələri haqqında bilgilərin mənbəyini Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin hidroloji məntəqələrdə 1977-1988-ci və b. illərdə yerinə yetirdiyi məlumatlar, bir sıra təşkilatların və əsasən də bizim 1976-2007-ci illərdəki çöl işləri zamanı göllərdən topladığımız nümunələrin kəmiyyət və keyfiyyət göstəriciləri təşkil edir. Araşdırmada 200-ə yaxın nümunə məlumatlarından istifadə olunmuşdur.

Su kütləsinin kimyəvi xassələrə və minerallaşma dərəcəsinə görə qruplaşdırılması O.A. Alyokinin (1970) hidrokimyəvi təsnifatına əsaslanır. İstifadə olunan kimyəvi analizlərin etibarlılığı $x=\frac{(\Sigma a-\Sigma k)}{\Sigma a+\Sigma k}\cdot 100\%$ düsturu əsasında qiymətləndirilmişdir. Anion $(\Sigma a)$ və kation $(\Sigma k)$ tərkibin (mq-ekv/dm$^3$) ayrı-ayrılıqda cəminin miqdarındakı xəta 3%-dən artıq deyildir.

Mikroelementlərin (Li, Rb, Cu, Zn, Cd, Sr, Ba, Ga, Sn, Pb, V, Cr, Mo, Mn, Co, Ni) təyinində atom-absorbs və spektral metodlardan, makrokomponentlərin təyinində isə rentgen-spektral və s. metodlardan istifadə olunub.

Texnogenezin aktiv olduğu göllərdə suların çirklənmə xassələri və xüsusən də çirklənmə dərəcəsinin qiymətləndirilməsi SÇİ (Suyun Çirklənmə İndeksi) şkalasına əsasən müəyyənləşdirilib.

Göllərdən götürülmüş su nümunələrinin laboratoriyaya nəql olunmasında «Nalgen» firmasının hazırladığı və sorbsiya xassələri olmayan polietilen butulkalardan istifadə olunmuşdur.

QYVH (Qatılığın yol verilən həddi) üzrə qiymətləndirmə O.A. Alyokinin (1970) və Ekolayn təşkilatının xüsusi buraxılışları (1998, 2000) əsasında müəyyənləşdirilib.

**Problemin müasir vəziyyəti və tədqiqatın nəticələri.** Tədqiq olunan göllərin ümumi sahəsi 183 km$^2$, su həcmi isə 190 mln.m$^3$-ə yaxındır. Arid iqlimin dominant olduğu bu regionun əksər gölləri ətalətli su dövranına malik olduğundan, onlarda kimyəvi element və maddələrin təmərküzləşməsi dağlıq zonaların meşəli sutoplayıcı hövzəyə malik axarlı göllərinə nisbətən daha aktiv baş verir. Göllərin əksərinin axarsız olması və ya səth sularını vaxtaşırı qəbul etməsi onlarda şorluğun artmasına, hidrokimyəvi sinif, qrup və tiplərin zamanla dəyişərək biri digərini əvəz etməsinə, yəni kimyəvi - tərkibin metamorfizmə uğramasına şərait yaratmışdır. Əksər göllərin su kütləsinin kimyəvi tərkibinin formalaşması və dəyişməsi təbii və antropogen amillərlə əlaqədardır.

Bir qrup tədqiqatçılar (Гусева, Хотулева и др., 1998; Гусева, Молчанова и др. 2000) su kütləsinin kimyəvi xassələrinə təsir edərək onları formalaşdıran amilləri beş əsas qrupa ayırır. Bu qruplar aşağıdakılardır:

- fiziki-coğrafi (relyef, iqlim, torpaq örtüyü, aşınma);
- geoloji (süxurların tərkibi, tektonik quruluş, hidrogeoloji şərait);
- fiziki-kimyəvi (elementlərin kimyəvi xüsusiyyətləri, turş-qələvi mühit və oksidləşmə-bərpaolma şəraiti, suların qarışması və kation mübadilə);

- bioloji (bitki və canlı orqanizmlərin fəaliyyəti);

- antropogen (insan fəaliyyətilə əlaqəli bütün amillər).

Göl sularının ion tərkibi və minerallaşma dərəcəsinin formalaşması ümumən zonallıq qanununa uyğun inkişaf etsə də, su dövranı intensivliyinin dəyişməsi və lokal azonal amillərin də bu prosesdə müəyyən rolu vardır. İnsan cəmiyyəti inkişaf etdikcə göllərdə əvvəllər təsadüf olunmayan, limnogenezə yad element və birləşmələrlə çirklənməsi də artır. Göl hövzəsi və gölətrafı ərazidə texnogenezin təsiri artdıqca göllərə bilavasitə və ya dolayı yolla daxil olan maddə və çirkabların müxtəlifliyi və kütləsi də artaraq suyun uzun zaman ərzində formalaşmış keyfiyyət göstəricilərini dəyişir və bir sıra göllərdə isə bu proses indii də davam etməkdədir.

Göllərin əksərinin kimyəvi tərkibi və minerallaşma dərəcəsi zaman və məkan baxımından çox müxtəlif olduğundan onları iki əsas qrupa ayırmaq olar:

1. Təbii vəziyyətdə inkişaf edən göllər;
2. Təbii vəziyyəti antropogen təsirlə pozulmuş göllər.

Bu qruplara aid xarakterik göllərin və onlarla əlaqəli (səth, atmosfer yağıntıları və yeraltı) suların keyfiyyət xassələrini araşdırmaqla region göllərinin hidrokimyəvi xassələrini və onların məkan və zaman daxilində dəyişmələrini müəyyənləşdirək. Regionun xarakterik göllərinin kimyəvi xassələri cədvəldə göstərilmişdir.

Hal-hazırda təbii vəziyyəti və o cümlədən kimyəvi tərkibi praktiki olaraq pozulmamış göllərə Qazangöl, Acınohur və Duzdağ-böyük aid edilə bilər. Digər göllər müxtəlif dərəcəli antropogen təsir altındadır.

Xarakterik göllərdə suyun kimyəvi tərkibinin əsas göstəriciləri

| № | Göl | pH | Ümumi codluq mq-ekv/dm³ | İonların cəmi, q/dm³ | Kimyəvi indeks | Həll olmuş mineral maddələrin miqdarı, min tonla |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Candar | 7,3-7,8 | 2,4-21,8 | 0,5-1,9 | $Cl^{Na}_{III\,a}, SC^{Ca}_{II}$ | 52 |
| 2 | Acınohur | 8,4-8,8 | 50,9-91,6 | 33,8-91,1 | $Cl^{Na}_{III}$ | 468 |
| 3 | Mingəçevir karxana | 8,0-8,2 | 37,5-42,1 | 3,3-3,6 | $Cl^{Mg}_{III\,a}$ | 70 |
| 4 | Yuxarı Qarxun-2 | 8,0 | 73,5 | 67,2 | $Cl^{Na}_{III}$ | 10 |
| 5 | Eymur-1 | 7,2 | 40,1 | 3,9 | $Cl^{Mg}_{III}$ | 0,21 |
| 6 | Eymur-3 | 7,7 | 49,1 | 5,8 | $Cl^{Na}_{III}$ | 1,20 |
| 7 | Kotavan | 8,0 | 43,4 | 4,0 | $Cl^{Mg}_{III\,a}$ | 2,4 |
| 8 | Gəndəbil | 7,8 | 31,0 | 7,2 | $S^{Na}_{II}$ | 0,21 |
| 9 | Hacıqabul | 5,8-8,6 | 12,5-205,5 | 1,0-35,0 | $Cl^{Na}_{II,III\,a}, S^{Mg}_{III}$ | 100 |
| 10 | Mehman | 7,0-7,2 | 6,6-15,7 | 1,4-2,0 | $S^{Na}_{II}$ | 10-15 |
| 11 | Ağgöl | 7,4-8,6 | 9,3-68,9 | 2,7-121,2 | $S^{Na}_{II}, Cl^{Na}_{II,III\,a}$ | 230 |
| 12 | Sarısu | 6,5-8,8 | 11,5-75,4 | 0,5-12,7 | $S^{Na}_{II}, Cl^{Na}_{II}, Cl^{Mg}_{III}$ | 280 |
| 13 | Qırlıgöl | 8,0 | 471 | 89,3 | $Cl^{Na}_{III\,a}$ | 0,8 |
| 14 | Duzdağ-böyük | 5,2-7,9 | 277,9-1205,7 | 55,0-380,0 | $Cl^{Na}_{III\,b}, Cl^{Na}_{IV}$ | 495 |
| 15 | Ağçala | 7,2-8,2 | 9,0-273,3 | 1,0-47,4 | $S^{Na}_{II}, Cl^{Na}_{III\,a}$ | 10 |
| 16 | Mahmudçala | 7,2-8,2 | 8,3-259,5 | 1,2-60,8 | $Cl^{Na}_{III\,a}, Cl^{Mg}_{III\,a}$ | >10 |

Ceyrançöldə, Çobandağın yaxınlığında yerləşən axarsız Qazangöl efemer xassəli olub, yatağı ancaq ilin yağıntılı dövründə sulu olur. Gölün suyu şorumtul (1-3 q/dm³) olub sulfat sinfinə aiddir. Sahilə yaxın və ümumiyyətlə, sutoplayıcı hövzədə yaşayış məskəni və təsərrüfat sahəsi olmadığından çirklənməyə məruz qalmayıb.

Regionun axarsız və ən duzlu gölləri Acınohur və Duzdağdır. Acınohur su kütləsində qələvi mühit inkişaf edib, pH=8,4-8,8, ümumi codluq yüksək olub 50,9-91,6 mq-ekv/dm³-dir. Kimyəvi tərkibi ilin bütün fəsillərində eyni olub, xlor sinfinin natrium qrupunun II tipinə aiddir, yəni $HCO_3^- < Ca^{2+} + Mg^{2+} < HCO_3^- + SO_4^{2-}$. Həll olmuş mineral maddələrin miqdarı 34-91 q/dm³ arasında olub, şor və ifrat dərəcədə şorluğa malik sulara aiddir. Anionlardan xlorun miqdarı üstün olub 69,2 – 81,6% ekv arasında tərəddüd edir. Payızın əvvəlində suda həll olmuş mineral maddələrin miqdarı > 90 q/dm³ olarkən, ionlar arasında nisbət aşağıdakı kimi formalaşır:

$$\frac{rCl^-}{r(HCO_3^- + SO_4^{2-})} = 4{,}44$$ nisbətindədir,

$\frac{rSO_4^{2-}}{rHCO_2^-} = 84{,}2$ -dir ki, bu da hidrokarbonat ionlarının miqdarının cüzi olmasını göstərir.

Kationlardan qələvili metalların böyük üstünlüyü görünür. $\frac{r(Na^+ + K^+)}{r(Ca^{2+} + Mg^{2+})} = 15{,}2$ nisbətindədir. Azalan sıra üzrə ionlar arasındakı nisbət belədir:

anionlar :

$$rCl^- : rSO_4^{2-} : rHCO_4^{2-} = 378{,}8 : 84{,}2 : 1,$$

kationlar:

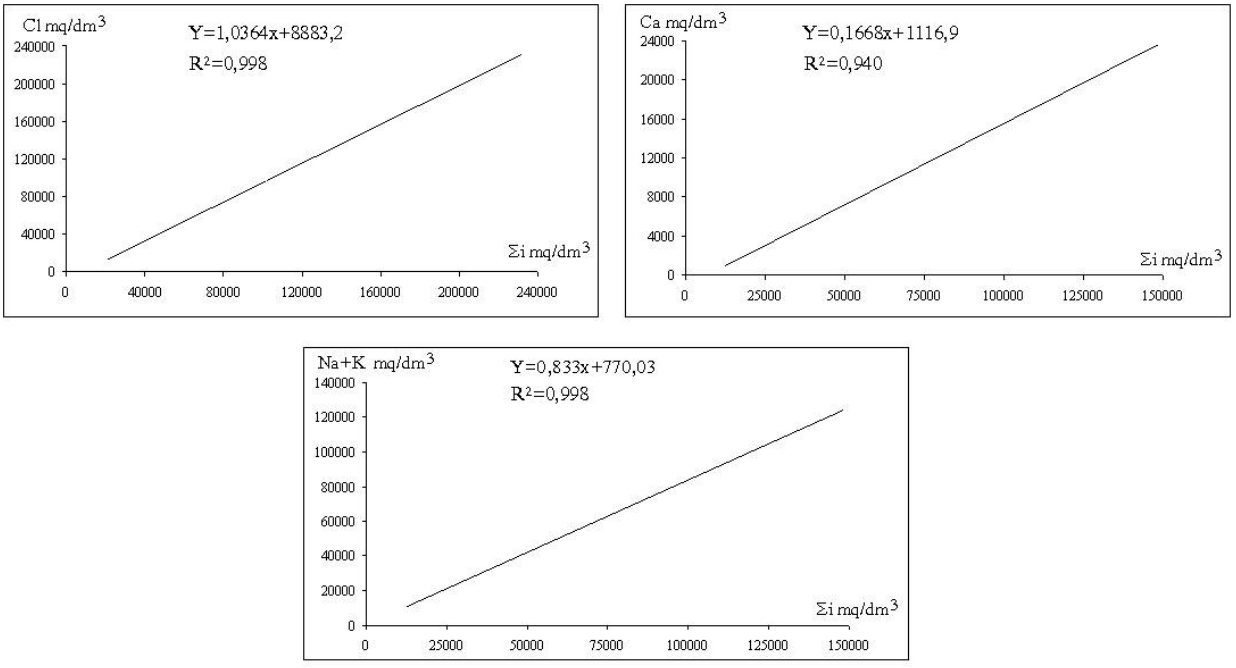
$$rNa^+ + K^+ : rCa^{2+} : rMg^{2=} = 45{,}2 : 2{,}0 : 1.$$

Ayrı-ayrı anion və kationların miqdarı ilə ümumi minerallaşma dərəcəsi arasında müəyyən əlaqə mövcüddur (1-ci şəkil).

Göründüyü kimi, bu əlaqələr kifayət qədər sıxdır. Gölün su kütləsində həll olumuş halda 400-500 min ton müxtəlif duzlar mövcuddur. Oksigenin suda həll olmuş miqdarı 6-9, silisium 1,2-1,8, dəmir (ümumi) 0,02-0,09 və fosforun (ümumi) 0,016 -0,019 mq/dm³ arasındadır.

Mikroelementlərdən V (60), Zn (35), Cr (30), Mn (9), Cu (6), Pb (5), Cd (4), Ni (4) miqdarı QYVH-dən 4-60 dəfə artıqdır.

Gölün dib çöküntülərində üzvi karbonun miqdarı az olub 1,66 % təşkil edir.




**1-ci şəkil.** Xlor sinifinin natrium qrupuna aid olan rapalı (Acınohur, Duzdağ-böyük) göl sularında anion və kation tərkib ilə minerallaşma dərəcəsi ($\Sigma i$ mq/dm³) arasında əlaqə.

Rapalı Duzdağ-böyük gölünün mineral-laşma dərəcəsi ilin fəsillərindən asılı olaraq 55-380 q/dm³, pH göstəricisi 5,2-7,9 arasında olub, əsasən, turş mühit inkişaf etmişdir. Ümumi codluq isə çox yüksək olub 278-1206 mq-ekv/dm³-dir. Duzdağ-böyük gölü kimyəvi tərkibinə görə xlor sinfinin, natrium qrupunun III b, yəni $Cl^- > Na^+ + Mg^{2+}$ tipinə (və ya $HCO_3^- = 0$) – turş sulara aiddir. Gölün su kütləsində minerallaşmanın maksimum həddi yayın axırında müşahidə olunaraq $\frac{rCl^-}{r(HCO_3^- + SO_4^{2-})} = 1124{,}9$ nisbətindədir.

Anionlardan xlorun miqdarı çox yüksək olub 95,1-99,9% ekv arasındadır. Bütün su nümunələrində anionların artım sxemi $HCO_3^- \rightarrow SO_4^{2-} \rightarrow Cl^-$ istiqamətindədir. Kationlardan qələvili metallar üstünlük təşkil edərək, $\frac{r(Na^+ + K^+)}{r(Ca^{2+} + Mg^{2+})} = 4{,}44$ nisbətindədir.

Su kütləsində həll olmuş vəziyyətdə 450-520 min ton müxtəlif duzlar mövcuddur. Oksigenin suda həll olmuş miqdarı 1-9 mq/dm³, silisium 0,5-3,7, dəmir (ümumi) 0,14, fosfor (ümumi) 0,09 – 0,45, ammonium 0,11-0,6, nitratlar 0,013-12,2, nitrit 0,12-0,194 mq/dm³ arasında tərəddüd edir. Üzvi karbonun miqdarı gölün dib çöküntülərinin səth hissəsində 0,36%, 0,2 m dərinlikdə 0,44% və göldən götürülmüş çökmə duz-nümunəsində isə müşahidə olunmayıb.

Region göllərinin böyük əksərinin kimyəvi xassələri antropogen təsirlə transformasiyaya uğradığından bu prosesi bir neçə xarakterik gölün timsalında nəzərdən keçirək (2-ci şəkil).

Tədqiq etdiyimiz göllərdən hidrokimyəvi cəhətdən ən yaxşı öyrənilmişi və ən çox dəyişmişi Hacıqabul gölüdür. 1938-2007-ci illərin müxtəlif fəsillərində göldən götürülmüş su nümunələrinin təhlili göstərir ki, minerallaşma dərəcəsi 0,4-35,0 q/dm³, pH göstəricisi 5,8-8,8, ümumi codluq isə çox yüksək olub 12,5-840,0 mq-ekv/dm³ arasında tərəddüd edir. Kimyəvi tərkibi dövrdən asılı olaraq xlor sinfinin natrium qrupunun II və ya III a tipinə, digər vaxtlarda isə sulfat sinfinin maqnezium qrupunun III tipinə aid olur (Məmmədov, 2007).

Müxtəlif kimyəvi xassələrə malik bir neçə analizin nəticələrini nəzərdən keçirək.

1. Hacıqabul gölünün təbii rejimə yaxın dövrü, 1955-ci il, yazın əvvəli.

Suda həll olmuş mineral maddələrin miqdarı 1,65 q/dm³, ümumi codluq isə 12,66 mq-ekv/dm³-dir. Xloridlər və sulfatın kəmiyyətləri bir-birinə çox yaxın olduğundan $\frac{rCl^-}{r(HCO_3^- + SO_4^{2-})} = 0{,}7$ nisbətindədir. Kationlardan qələvi metallar nisbi üstünlük təşkil edir, $\frac{r(Na^+ + K^+)}{r(Ca^{2+} + Mg^{2+})} = 1{,}68$-dir. Azalan sıra üzrə ionlar arasında nisbət belədir:

anionlar:

$$rSO_4^{2-} : rCl^- : rHCO_3^- = 1{,}9 : 1{,}1 : 1;$$

kationlar:

$$rNa^+ + K^+ : rCa^{2+} : rMg^{2+} = 3{,}3 : 1{,}1 : 1.$$

Təbii rejim dövründə (1938-1947-ci illər arası) Hacıqabul gölündə suyun minerallaşma dərəcəsi cəmi 0,4 – 0,9 q/dm³ olub (Diqurova, 1948).

2. Antropogen təsirli dövr – 1983-cü il, qışın axırı.

Suda həll olmuş mineral maddələrin miqdarı 11,2 q/ dm³, ümumi codluq 21,85 mq-ekv/dm³-dir. Bu sular kimyəvi tərkibinə görə sulfat sinfinin natrium qrupunun II tipinə aiddir. Kationlardan qələvili metallar üstünlük təşkil edir, $\frac{r(Na^+ + K^+)}{r(Ca^{2+} + Mg^{2+})} = 8{,}94$-dür. Azalan sıra üzrə ionlar arasında nisbət belədir:

anionlar:

$$rCl^- : rSO_4^{2-} : rHCO_4^- = 10{,}4 : 1{,}6 : 1;$$

kationlar:

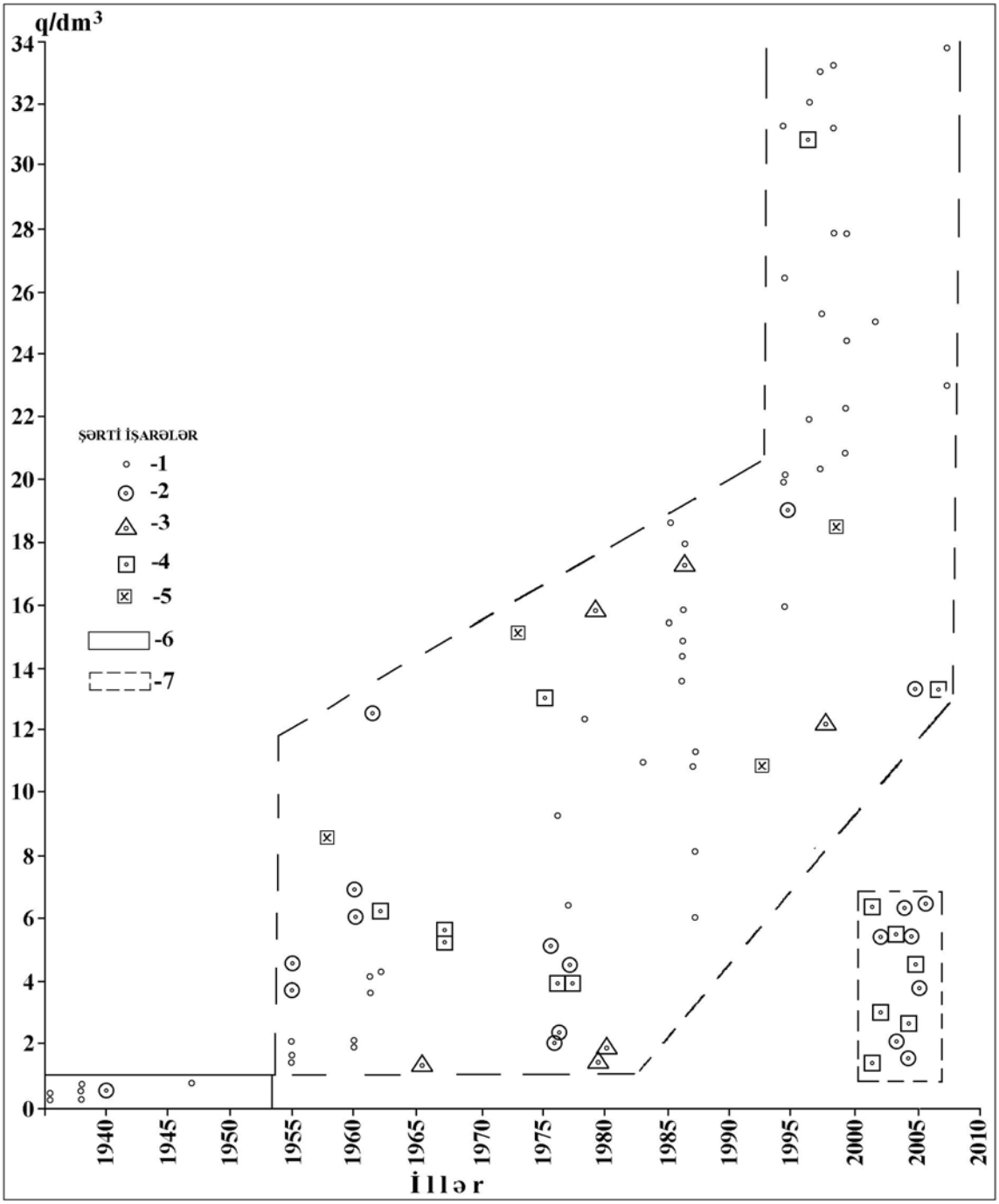
$$rNa^+ + K^+ : rCa^{2+} : rMg^{2+} = 10{,}8 : 4{,}7 : 1.$$

3. Antropogen təsirli dövr – 1998-ci il, payızın əvvəli.

Suda həll olmuş mineral maddələrin miqdarı 33,4 q/dm³, pH=7,4, ümumi codluq 205,0 mq-ekv/dm³-dir. Kimyəvi tərkibinə görə sulfat sinfinin maqnezium qrupunun III a ($Cl^- < Na^+ + Mg^{2+}$) tipinə aiddir, yəni

$$HCO_3^- + SO_4^{2-} < Ca^{2+} + Mg^{2+}.$$

Burada $\frac{rSO_4^{2-}}{r(HCO_3^- + Cl^-)} = 4{,}62$ nisbə- tindədir, $\frac{rMg^{2+}}{r(Ca^{2+} + Na^+ + K^+)} = 1{,}55$ -dir.




**2-ci şəkil.** Xarakter göllərdə suyun minerallaşma dərəcəsinin təbii və antropogen dövrlərdə inkişaf istiqamətləri.
1. Hacıqabul gölü, 2. Sarısu gölü, 3. Mehman gölü, 4. Ağgöl, 5 Ağçala, 6. Təbii rejim dövrü, 7. Antropogen təsir dövrü.

Azalan sıra üzrə ionlar arasında nisbət belədir: anionlar:

$$rCl^- : rSO_4^{2-} : rHCO_3^- = 11,5:3,6:1;$$

kationlar:

$$rMg^{2+} : rNa^+ + K^+ : rCa^{2+} = 4,5 : 1,6 : 1.$$

Hacıqabul gölünə müxtəlif mənbələrdən axıntılar və çirkləndiricilər daxil olduğundan suyunda bir sıra mikroelementlər müşahidə olunub ki, V (80), Ni (80), Cr (70), Zn (11), Co (9), Cu (8), Cd (4), Pb (2) miqdarı QYVH-dən 2–80 dəfə artıqdır.

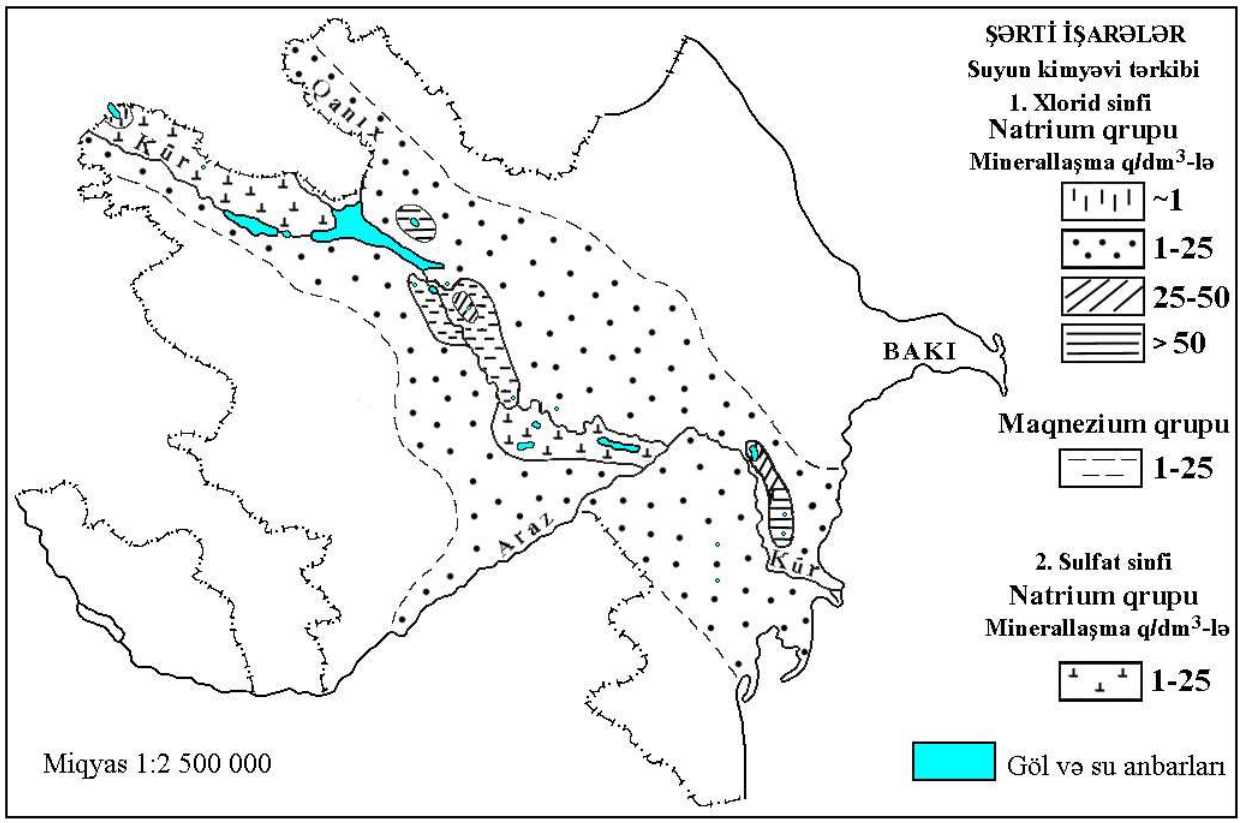
Gölün dib çöküntülərindəki üzvi karbonun miqdarı yüksək olub 4,29% təşkil edir.

Hacıqabul gölünün su kütləsində həll olmuş halda 180 min tona yaxın müxtəlif mənşəli duzlar mövcüddur. 2004-2005-ci illərdə gölün suyu süni surətdə Kür çayının suları ilə vaxtaşırı az miqdarda şirinləşdirilmişdir. Sonralar müəyyən səbəblərdən bu proses dayandırıldığından artıq 2007-ci ildən etibarən gölün su kütləsi azalır, minerallaşma dərəcəsi isə fevral ayından iyula kimi olan müddətdə 20,7-dən 33,8 q/dm$^3$-ə, ümumi codluq isə 400-dən 840 mq-ekv/dm$^3$-ə kimi artır, suda həll olmuş oksigenin miqdarı isə 5,8 mq/dm$^3$ və ya 56,1%-dən 1,65 mq/dm$^3$ və ya 19,3%-ə kimi azalır. Beləliklə, təbii vəziyyətlə müqayisədə suyun minerallaşma dərəcəsi 40–50, ümumi codluq isə 70–80 dəfə artır, həll olmuş oksigenin miqdarı isə 4–6 dəfə azalır.

Kürətrafı axmaz göllər də mövsümü daşqın sularından məhrum olduqlarından onların su kütləsi azalmış, minerallaşma dərəcəsi isə dəfələrlə artmışdır. Region göllərinin kimyəvi tərkibi və minerallaşma dərəcəsinin xəritəsi 3-cü şəkildə verilmişdir.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz göllərdən fərqli olaraq, kollektor sularını qəbul edən Ağgöl, Sarısu, Mahmudçala və digərlərində su kütləsinin kimyəvi tərkibi transformasiyaya uğrayaraq son onilliklərdə əsasən stabilləşmişdir.

2002-2005-ci illər arası Ağgöl və Sarısu göllərinin hər birindən həftəlik fasilə ilə götürülmüş 150-yə yaxın su nümünələrinin araşdırılması göstərir ki, onların minerallaşma dərəcəsi müvafiq olaraq 3,6 -12,4 və 3,0-12,6 q/dm$^3$, pH göstəricisi 3,1-13,2 və 6,9-9,1 arasında, suyun elektrik keçirməsi isə böyük intervalda olub 1578-3043 və 590-6900 mkS/sm arasında tərəddüd edir. Elektrikkeçiriciliyin çay sularına nisbətən yüksək olması gölün su kütləsində həll olmuş mineralların, xüsusən də makrokomponentlərin və eləcə də su temperaturunun yüksək kəmiyyətlərə malik olması ilə əlaqədardır. Ağgölün su kütləsində 180-240, Sarısu gölündə isə 250-300 min ton həll olmuş duzlar mövcuddur (Məmmədov, 2003).




**3-cü şəkil.** Göl sularının kimyəvi tərkibi və minerallaşma dərəcəsi

Kimyəvi tərkibləri kəskin dəyişərək, quruma ərəfəsində olan göllərə Muğan düzündəki Ağçala və Mahmudçala aid edilir. Hər iki göl son dəfə 1896-ci ildə Araz çayının fəlakətli daşqınları zamanı formalaşmış, şirinsulu və axarlı olmuşdur. XX əsrin əvvəllərində çay suları ilə qidalanma kəsildikdən sonra göllərin suyu tədricən şorlaşmış və əsrin ortalarında quruma həddinə çatmışdır. Hazırda bu göllərin mövcudluğu kollektor və əkin sahələrinin suları hesabınadır.

Ağçala və Mahmudçala göllərinin suyu sulfat və ya xlor sinfinin natrium qrupunun II və III a tipinə aiddir. Suda həll olmuş mineralların miqdarı, müvafiq olaraq, 1,0-47,4 və 1,2-60,8 q/dm$^3$, ümumi codluq 9,0-273,3 və 8,3-259,5 mq-ekv/dm$^3$, pH göstəricisi hər iki göldə 7,2-8,2-dir. Ağçala gölünün su kütləsində 7-10, Mahmudçalada isə 15-25 min ton həll olmuş duzlar mövcüddur.

Regionda şirinsulu göl yoxdur, amma insan fəaliyyəti nəticəsində az şorluqlu göllər mövcüddur. Bunlara Azərbaycan–Gürcüstan sərhədində yerləşən Candar və Mingəçevir qum karxanaları gölləri misal ola bilər. Aktiv su dövranı baş verən (gölün su kütləsi 0,28 ilə yenidən bərpa olan) Candar gölündə ionların cəmi 0,5-1,9 q/dm$^3$, pH göstəricisi 7,3-7,8, ümumi codluq 2,4-21,8 mq-ekv/ dm$^3$, kimyəvi tərkibinə görə əsasən xlor-natrium və ya xlor-maqneziumlu olub, III a tipinə aiddir. Həll olmuş oksigenin miqdarı ilin bütün fəsillərində yüksək olub 7–10 mq/ dm$^3$ arasında tərəddüd edir.

Mikroelementlərdən Cr (70), V (50), Zn (30), Cu (8), Ni (7), Mn (7), Pb (6), Cd (2), miqdarı QYVH-dən 2–70 dəfə artıqdır. Üzvi karbonun miqdarı çox kiçik olub 0,01% təşkil edir. Gölün radioaktivliyi ətraf fondan azdır. Göl sularında 50 min tona yaxın həll olmuş müxtəlif duzlar var.

Mingəçevir qum karxanası gölləri birbirilə birbaşa və ya dolayı yolla hidravlik əlaqəli göllər sistemi olub, istismarı bitmiş keçmiş qum karxanaları yerində formalaşmışdır. Əsasən, yeraltı yolla, Kür çayından filtrasiya olan sularla qidalanan bu göllərin su balansı formalaşıb ümumən tarazlaşmışdır. Kimyəvi tərkibinə görə xlor sinfinin maqnezium qrupunun III a tipinə aiddir. Suda həll olmuş mineralların miqdarı 2-4 q/dm$^3$, ümumi codluq 37,5–42,1 mq-ekv/dm$^3$, pH göstəricisi = 8,0. Bu göllər sistemində 60–75 min ton həcmində müxtəlif duzlar həll olunmuşdur. Qum karxanaları göllərində minerallaşma də-

rəcəsinin Kür çayı sularına nisbətən çox olması, çaydan göllər istiqamətinə filtrasiya zamanı duzların həll olaraq nəql olunması və buxarlanmanın (1000 mm/il) atmosfer yağıntılarına nisbətən 3 dəfə artıq olması ilə izah oluna bilər.

Göllərin su kütləsində həll olmuş mineral maddələr və qazların müxtəlifliyi, miqdarı və dövranı, hidroloji və hidrobioloji rejimdən asılı olub zaman və məkanda (gölün müxtəlif sahələrində və dərinliklərində) dəyişir.

Kür çökəkliyindəki göllərin böyük əksəriyyəti müxtəlif dərəcədə və müxtəlif mənşəli antropogen çirklənməyə məruz qaldığından xarakterik göllər üçün suyun çirklənmə indeksi (SÇİ) təyin olunmuşdur. SÇİ-nin qiymətləndirilməsi üçün istifadə olunan kimyəvi element və maddələrə miqdarı QYVH-dən artıq olan bir qrup mikroelementlər, biogenlər və çirkləndirici maddələr kimi qiymətləndirilən neft məhsulları, fenollar və detergentlər (SSAM) aiddir. Sözsüz ki, göl sularının kimyəvi tərkibi və çirklənmə dərəcəsinin zaman və məkan daxilində tərəddüdü və müəyyən itsiqamətdə dəyişməsi SÇİ-nin obyektiv təyininə imkan vermir, amma bu barədə ümumi fikir yaradır. Beləliklə, suda təhlükə yarada bilmə xassələrinə görə seçilmiş kimyəvi element və birləşmələrin təhlili göstərir ki, regionda təmiz sulu (I – III siniflərə aid) göl yoxdur.

Çirklənmişlərə (IV sinif) süni yaranmış Candar (SÇİ=3,53) və Mingəçevir qum karxanaları (SÇİ=2,7–4,0) gölləri aid edilir. Bu göllərin hər ikisinin əsas su qida mənbəyi Kür çayıdır, birincidə kanal vasitəsilə, ikincidə isə çaydan süzülmə ilə, amma onların çirklənmə mənbələri müxtəlif olub, Candarda daha poligen xassəlidir.

Acinohur gölündə SÇİ VI sinifə aid olub, qiyməti 6,47 təşkil edir. Bu göldə çirklənmənin yüksək olması, çox güman ki, sutoplayıcı hövzədən və xüsusən də yaxınlıqdakı yaşayış məskənlərindən gölə axıdılan məişət-kommunal və əkin sahələrinin tullantı suları hesabına formalaşır.

Digər göllərdə (Eymur, Hacıselli, Pərvanlı, Ağgöl, Hacıqabul, Qarxun, Əlisoltanlı, Kolanı, Duzdağ-böyük, Mahmudçala və s.) SÇİ-nin göstəricisi 10.0 dərəcədən böyükdür. Bu göllərin su kütləsi kəskin dəyişərək metamorfizmə uğramışdır.

**Əsas nəticələr:**

1. Region gölləri inkişaflarının reqressiv dövrünü keçirdiyindən şorlaşmaya doğru meyillidirlər. Əgər XX əsrin əvvələrində əksər göllərin suyu şirin və ya az şorluqlu idisə, hazırda regionda şirinsulu göl, praktiki olaraq, qalmamışdır. Göl sahələrinin, biomüxtəlifliyin və biokütlənin azalması və suların şorlaşması antropogen mənşəli səhralaşmanın aktivləşməsini bildirir.

2. Axmaz göllər regionun böyük ölçülü göllərinə nisbətən antropogen təsirə daha tez məruz qaldığından onların kimyəvi tərkiblərinin sinif, qrup və tipləri daha aktiv dəyişir.

3. Ceyrançöl və Mil düzündəki göllər kimyəvi tərkibcə, əsasən, sulfat sinfinə, digər ərazidəki göllər isə, əsasən, xlorid sinfinin müxtəlif qrup və tiplərinə aiddirlər.

4. Göl sularındakı mikroelementlərin miqdarı məkan və zaman baxımından müxtəlif olsa da, 9-nun miqdarı bütün göllərdə: mis 6–15 dəfə, sink 11–42, kadmium 1–8, qurğuşun 2–9, vanadium 3–80, xrom 3–140, manqan 7–34, kobalt 1–9 və nikel 3–9 dəfə QYVH-dən artıqdır.

Digər tərəfdən, tədqiq olunan 16 mikroelementin miqdarı onların litosferdəki orta klark miqdarından dəfələrlə azdır.

5. Göl sularında 2 milyon tona yaxın həll olmuş mineral maddələr toplanmışdır ki, bu da müasir dövrdə göllərin geoloji fəaliyyətlərindən biri kimi qiymətləndirilə bilər.

**ƏDƏBİYYAT**

АЛЕКИН, О.А. 1970. Основы гидрохимии. Гидрометеоиздат. Ленинград. 444.

ГУСЕВА, Т.А., ХОТУЛЕВА, М.Б., ВИНИЧЕНКО, В.Н. и др. 1998. Как организовать общественный экологический мониторинг. Москва. Социально-Экологический Союз. 256.

ГУСЕВА, Т.Б., МОЛЧАНОВА, Я.П., ЗАИКА, Б.А. и др. 2000. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. 148.

ЕЖЕГОДНЫЕ ДАННЫЕ о качестве поверхностных вод суши. 1977-1988. VII, 26.

MƏMMƏDOV, V.A. 2003. Sarısu gölündə hidrobiokimyəvi göstəricilərin dəyişməsində antropogen amilin rolu. *AMEA xəbərləri. Yer elmləri seriyası*, 4, 39-46.

MƏMMƏDOV, V.A. 2007. Azərbaycanın su hövzələrinin ekologiyası. Azərbaycanda suyun ekologiyası və Xəzərin biomüxtəlifliyi. Bakı, «Səda», 14-29.

***Məqaləyə c.e.n. M.A.Abduyev rəy vermişdir***

© B.Ə.Budaqov, Ş.K.Əzizov, M.Ə.Abbasova, 2008

# AZƏRBAYCAN COĞRAFİ ADLARININ YARANMASINDA İŞTİRAK EDƏN TOPOFORMANTLARIN TOPONİMİK XƏRİTƏLƏŞDİRİLMƏSİNƏ DAİR

**B.Ə.Budaqov, Ş.K.Əzizov, M.Ə.Abbasova**

*Azərbaycan MEA akad.H.Ə.Əliyev adına Coğrafiya İnstitutu*
*AZ1143, Bakı, H.Cavid prosp., 31*

Azərbaycanda ilk dəfə olaraq statistik göstəricilər, cədvəllər və formant üsulu əsasında coğrafi adların 1: 1500 000 miqyaslı toponimik xəritələri tərtib olunmuş, onların məzmununa təsir göstərən amillər təhlil edilmişdir.Toponimik xəritələrin məzmun elementlərinin seçimi, generalizasiyası xəritənin təyinatından, miqyasından və mövzusundan asılı olaraq dəyişir.Toponimlərin tərkibində iştirak edən coğrafi termin və formantların mənşəyi, dil mənsubiyyəti, növü və onların coğrafi paylanması (sıxlığı) tədqiq edilmişdir.

Toponimikanın tədqiqat obyekti olan coğrafi adlar (toponimlər) öz əksini müxtəlif məzmunlu xəritələrdə tapır. Toponimlərin dinamikasını izləmək üçün tarixi və coğrafi xəritələrdən geniş istifadə olunur. Coğrafi adların xəritələşdirilməsi məsələləri (toponimik xəritələrin tərtib olunması) kartoqrafiya elmi ilə sıx əlaqədə həyata keçirilir.

Toponimik materialın ümumiləşdirmə dərəcəsindən asılı olaraq toponimik xəritələr analitik, kompleks və sintetik toponimik xəritələrə ayrılır (E.M.Pospelov, 1971). Analitik toponimik xəritələr daha çox tərtib olunur. Bu xəritələrin tərtibində əsas məqsəd müəyyən əlamətlərə görə ayrılan müxtəlif həcmli toponimik sıraları, toponimik hadisənin coğrafi yerləşməsini və sıxlığını göstərməkdir.

Məzmunundan asılı olmayaraq toponimik xəritələrin tərtibi üçün tədqiqatın məkan sərhədlərinin təyin olunmasında iki tədqiqat üsulundan (areal və regional) istifadə olunur. Bunların seçimi tədqiqatın məqsəd və vəzifəsindən asılıdır. Areal üsulunun tətbiqində başlıca məqsəd toponimik arealların üzə çıxarılması, müqayisəsi, əlaqələrin və qanunauyğunluqların aşkar edilməsidir. Məsələn, Moldaviya Respublikasının coğrafiya atlasında (1978) verilmiş toponimik xəritələrdə coğrafi terminlərin və coğrafi adların paylanması əsasən areal üsulu ilə göstərilmişdir.

Toponimik xəritələşdirmədə regional yanaşma bütün toponimlərin tədqiqini, inzibati sərhədlər (ölkə,vilayət, rayon və s.) və ya təbii sahələr üzrə (çaylar, düzənlik, təbii vilayət və s.) aparılmasını nəzərdə tutur. Regional tədqiqatlar müxtəlifdilli və yaşlı coğrafi adların cəmini müəyyən ərazi bölgüləri üzrə öyrənmək məqsədi daşıyır. Buna misal olaraq regional toponimik tədqiqatlar əsasında Qırğızıstan Respublikasının coğrafiya atlasına (1987) daxil edilmiş coğrafi adların inzibati rayonların sərhədləri daxilində paylanmasını əks etdirən toponimik xəritələri göstərmək olar.

Toponimiyanın öyrənilməsində istifadə olunan tədqiqat üsulları (regional və areal) arasında sıx əlaqə vardır. Məsələn, regional tədqiqatın məlumatları əsasında, bir tərəfdən, toponimik areallar təyin olunur, digər tərəfdən, müəyyən regionun coğrafi adlarının təhlili zamanı coğrafi terminlərin, formantların ayrı-ayrı areallarda yerini və əlaqəsini aydınlaşdırmaq zərurəti yaranır.

Məlumdur ki, coğrafi əsasın (yaşayış məntəqələri, relyef, hidroqrafik şəbəkə, bitki örtüyü, sərhədlər, sahil xətti və s) düzgün seçilməsi toponimik xəritələrin keyfiyyəti üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Coğrafi əsasın vacibliyi xəritənin xüsusi məzmununun yerləşdirilməsində özünü göstərir, buna görə toponimlərin ərazi bölgüləri (kənd, qəsəbə, rayon və s.) üzrə coğrafi paylanmasının qanunauyğunluqlarını, məhəlli elementləri ilə olan əlaqələrini aşkar etmək olar. Coğrafi əsasın yükü çox sadələşdirilmiş olsa belə, o, hadisənin ərazi paylanması haqqında aydın və dəqiq təsəvvür yaratmaqla yanaşı, onu məlum məhəlli elementlərinə bağlamalıdır. Geniş oxucu kütləsi üçün tərtib olunan xəritələrdə daha seyrək coğrafi əsas verildiyi halda, elmi tədqiqat vasitəsi olan toponimik xəritələrdə coğrafi əsasın müfəssəl təsviri vacib şərtdir.

Miqyas toponimik xəritələrin məzmununa öz təsirini göstərir. Bunu nəzərə almaqla, xəritənin miqyasını elə seçmək lazımdır ki, orada əks olunan coğrafi adları təfərrüatı ilə göstərmək mümkün olsun.

Bütün hallarda məzmun elementlərinin seçimi, müəyyən dərəcədə onların generalizasiyası xəritənin təyinatından, miqyasından, mövzusundan, hansı hadisənin göstərilməsindən və hansı zamana təsadüf etməsindən asılıdır. Toponimik xəritələrin coğrafi əsasının tərtibatında tarixilik prinsipini nəzərə almaq mütləqdir. Bu müddəa toponimika elmində artıq bir qayda kimi qəbul olunmuşdur (Nikonov, 1964; Pospelov, 1971; Murzayev, 1982 və s.). Məsələn, inzibati rayon mərkəzləri coğrafi əsasın başqa elementlərinə nisbətən daha çox göstərilir. Lakin bu mərkəzlərin göstərilməsini ancaq müasir toponimiyanın xəritələşdirilməsində düzgün hesab etmək olar. Keçmiş əsrlərin toponimiyasını əks etdirən xəritələrdə isə o dövrdə mövcud olan yaşayış məntəqələrinin coğrafi adları öz əksini tapmalıdır.

Toponimik xəritələrdə coğrafi əsasın elementlərindən relyefin və çay şəbəkəsinin rolu çox böyükdür. İnsanların həyatına ciddi təsir göstərən bu təbii elementlər əhalinin miqrasiyası istiqamətini müəyyən etməkdə, məskunlaşma və təsərrüfat fəaliyyəti ili bağlı olaraq coğrafi adların yaranmasında müstəsna əhəmiyyətə malikdir. Bu səbəbdən dağlıq ərazilər üçün tərtib olunan toponimik xəritələrdə relyefin və çay şəbəkəsinin göstərilməsi zəruridir.

Xəritənin mövzusu onun coğrafi əsasına öz təsirini göstərir. Məsələn, hidronimlər xəritəsində çay şəbəkəsinin tam dolğunluqla göstərilməsini, yaşayış məntəqəsi adlarının xəritələşdirilməsi isə yaşayış məntəqələrinin özlərinin ətraflı təsvirini tələb edir. Toponimlərin təbii şəraitlə bağlı olan semantik xüsusiyyətlərinə görə tərtib olunan xəritələrdə təbii elementlərin - çay şəbəkəsinin, relyefin, təbii mərzlərin-meşənin, bataqlığın, şoranlığın, qumluqların və s. gostərilməsinə ehtiyac yaranır. Yerli coğrafi terminlərin xəritələşdirilməsi də bu elementlərlə əlaqəli olduğu üçün onlar da kifayət qədər ətraflı göstərilməlidir.

Tematik xəritələrin tərtibi zamanı istifadə olunan kartoqrafik təsviredilmə üsulları toponimik xəritələrin məzmununun təsvirində də tətbiq edilir: miqyassız şərti işarələr, keyfiyyət fonu, areal, hərəkət xətləri, kartodiaqram və kartoqram. Bu günə qədər Azərbaycan toponimikasının xəritələşdirilməsi məsələsi ilə bir neçə tədqiqatçı məşğul olmuşdur (Məmmədova, 1984; Nuriyev, 2003; Məmmədov, 2003) və onların tərtib etdikləri toponimik xəritələrdə miqyassız şərti işarələr, kartodiaqram və kartoqram üsulu daha çox tədbiq edilmişdir.

Rrespublikamızda başa çatdırılan toponimik tədqiqatların, toponimik fondun (Azərbaycan SSR-in izahlı coğrafi adları lüqəti.1960; Azərbaycan toponimləri. 2000; Budaqov, 1981; Budaqov, Qeybullayev, 2004; Yüzbaşov və b., 1972) mövcud olmasına baxmayaraq, toponimik landşaftın xəritələşdirilməsi, yəni atlas və xəritələrin tərtibi, hazırlanması vəziyyəti qənaətbəxş deyil. Buna görə Azərbaycan toponimiyasının növlərinə (oykonim, oronim, hidronim və s.), ad verilmə səbəblərinə, dil mənsubiyyətinə və toponimlərin tərkibində iştirak edən coğrafi terminlərə, formatlara görə toponimik xəritələrin tərtib olunmasına xüsusi ehtiyac duyulur.

Bizim araşdırmamızda, ilk dəfə olaraq, Azərbaycan toponimiyasında oykonim, oronim, hidronimlər və onların tərkibində iştirak edən topoformantların xəritələşdirilməsi məsələsi əsas məqsəd kimi qarşıya qoyulmuşdur. Formant tədqiqat üsulu (Manakov, 2006) vasitəsilə coğrafi əsası vahid olan toponimik xəritələr tərtib olunmuşdur[1]. Bu xəritələr öz məzmununa və mahiyyətinə görə coğrafi xəritələrdən fərqlənir. Onların tərtibində toponimin növünün, sayının, dil mənsubiyyətinin aşkar edilməsi başlıca rol oynayır. Eyni zamanda, oykonim formantların sayını, növünü, dil mənsubiyyətini, respublika ərazisində coğrafi paylanmasını göstərən cədvəllər tərtib olunmuşdur. Bu cədvəllər toponimik xəritələrin hazırlanmasında qiymətli mənbə rolunu oynayır.

Məqalədə Azərbaycan oykonimiyası (rəsmən mövcud olan 4551 yaşayış məntəqəsinin adı) və onların tərkibində iştirak edən topoformantların xəritələşdirilməsində «Azərbaycan Respublikası inzibati-ərazi bölgüsü» kitabı tədqiqat obyekti olaraq əsas götürülmüşdür. Oykonimlərin tərkibində iştirak edən: 1) **coğrafi terminlər** ( kənd, oba, binə, qışlaq, qazma, yurd, qala və s. – məsələn, Abadkənd k. (Salyan r-nu), Çobankənd k. (Gədəbəy r-nu), Qayakənd k., Sudurоba k., Bədirqala k. (Qusar r-nu), Türkoba k. (Masallı r-nu), Dombabinə k. (Zaqatala r-nu), Padarqışlaq k. (Ağsu r-nu), Otqışlaq k. (Kəlbəcər r-nu), Çorçorbinə k., Şambulbinə k. (Balakən r-nu), Qızılqazma k. (Dəvəçi r-nu), Küsnətqazma k. (Quba r-nu), Çuxuryurd k. (Şamaxı r-nu), Örənqala k.

[1] Coğrafi adların format üsulu ilə statistik təhlilində və toponimik xəritələrin tərtibində AMEA Coğrafiya Institutunun xəritəçilik və informasiya şöbəsinin əməkdaşları İ.E.Mərdanov, O.Y.Mirzazadə, İ.Ə.Kazımova, X.İ.Məmmədovanın böyük əməyi olmuşdur.

(Beyləqan r-nu), 2) **topoformantlar** (-abad, -var, -stan, -gah, -di,-kəran, -xana və s.—məsələn, Şəmsabad k. (Ağdaş r-nu), Musavar k. (Lerik r-nu), Gülüstan k. (Goranboy r-nu), Qalagah k. (Quba r-nu), Vənədi k. (Lerik r-nu), Türkəkəran k. (Lənkəran r-nu), Vəzirxana k. (Kəlbəcər r-nu), 3) **şəkilçilər** (-lar, -lər, -lı, -li, -lu, -lü, -çı, -çi, -çu, -çü, -ca, -cə və s.) – məsələn, Kosalar k. (Qazax r-nu), Bağbanlar k., Umudlu k., Küdürlü k. (Ağdam r-nu), Rəncbərlər k., Mehrablı k. (Ağcabədi r-nu), Ələkçi k., Qalaça k. (Laçın r-nu), Dəvəçi şəh., Çarxaçu k. (Quba r-nu), Şükürçü k. (İsmayıllı r-nu)) sayına, növünə, dil mənsubiyyətinə görə təhlil edilmişdir və toponimik xəritələrin tərtib edilməsi üçün zəmin yaranmışdır.

İlkin toponimik xəritə oykonimlərin tərkibində iştirak edən və oykonimin tipini bildirən coğrafi termin və topoformantlar əsasında tərtib edilmişdir (1-ci şəkil). Bu xəritəyə mövcud oykonimlərin tərkibində iştirak edən, sonu kənd termini ilə – 168, oba komponenti -92, abad-59, qışlaq-57, binə-29, tala-32, qala-13, qazma-8, məhlə-11, yataq-7, pəyə-5, dam-9, yurd-5, oymaq-3, ağıl komponentli-2 oykonim daxil edilmişdir. Toponimik xəritədə oykonim tipi bildirən terminlərlə bərabər, oykonimlərin tərkibində iştirak edən qeyri-milli – gah, -gəh, -di, -kəran, -stan, -xanı, -xana, -dar, -daran, -ru, -rud, -çeşmə, -honi, -dizə, -tük, -var, -van, -xur, -ux, -mux, -ka, -ovka və s. topoformantlar da öz əksini tapmışdır. Bunlara misal olaraq aşağıda qeyd olunan coğrafi adları göstərmək olar: Xanagah k. (Quba r-nu), Pirgah k. (Balakən r-nu), Vələdi k., Haftoni k., Dastatük k., Şiləvar k. (Lənkəran r-nu), Toradi k. (Ağstafa r-nu), Gülüstan k. (Goranboy r-nu), Suraxanı k. (Ağsu r-nu), Ərəbxana k. (Kürdəmir r-nu), Yekəxana k. (Göyçay r-nu), Cindar k. (Quba r-nu), Nardaran k. (Qobustan r-nu), Çayrud k. (Lerik r-nu), Təngərud k. (Astara r-nu), Zardoni k. (Lerik r-nu), Oruc Dizə k. (Babək r-nu), Ərkivan qəs. (Masallı r-nu), Qəmərvan k. (Qəbələ r-nu), Əsəxur k., Şirvanovka k. (Qusar r-nu), Mamrux k. (Zaqatala r-nu), Slavyanka k. (Qədəbəy r-nu), İvanovka k. (İsmayıllı r-nu) və s.

Oykonim topoformantlarına aid digər xəritə müstəqil məna daşımayan formantlar – şəkilçilər (-lı, -li, -lu, -lü, -lar, -lər, -çı, -çi, -çu, -çü, -ca, -cə, -laq, -lək və s.) əsasında tərtib edilmişdir. Şəkilçi formantlar əsasında tərtib olunmuş xəritə oykonimlərin yaranmasında geniş yer tutan, məkan və nəsli mənsubiyyət bildirən şəkilçilərin bölgələr üzrə coğrafi yayılmasını əyani şəkildə göstərir (2-ci şəkil) .

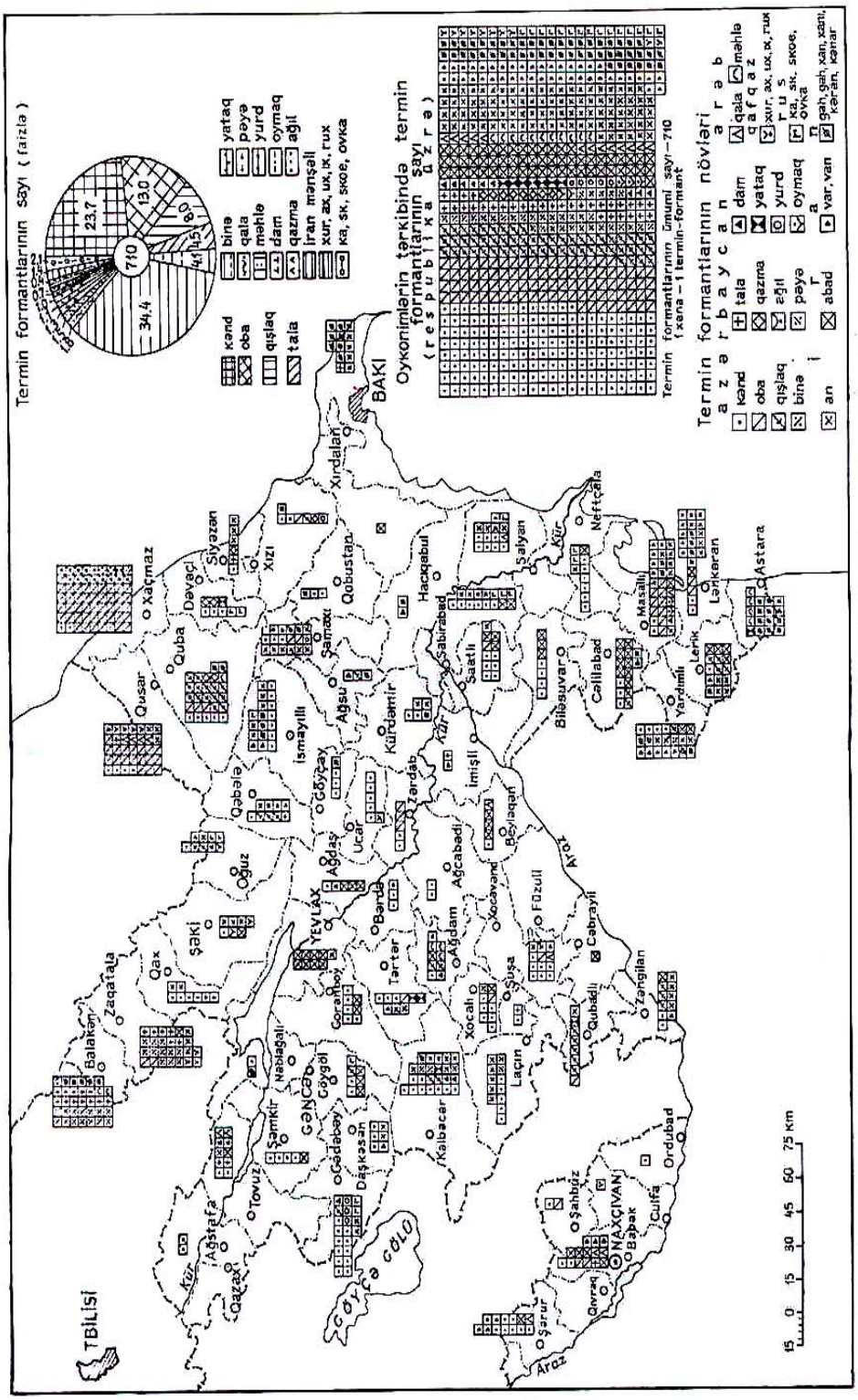
Azərbaycan mənşəli şəkilçi topoformantların xəritələşdirilməsi onların bəzi regionlar və rayonlar üzrə paylanmasının daha çox sıxlığını, digər ərazilərdə isə seyrək olduğunu aşkarladı. Məsələn, Azərbaycan toponimiyasında -lı, -li, -lu, -lü və s. ilə bitən oykonimlərin yayılma arealları eyni deyildir. -li, -li, -lu, -lü, -lıq, -lik, -luq, -lük şəkilçi formantları şəxs adlarında nəsli mənsubuyyət bildirməklə, eyni zamanda, bitkı və heyvan adları ilə bağlı yaranmış oykonimlərdə «məkan», «yer» mənasında işlənir (məsələn, Almalı k. (Qax və Daşkəsən r-ları), Almalıq k., Boyaqlı k. (Kəlbəcər r-nu), Alçalı k. (Kəlbəcər və Salyan r-ları), Arduşlu k., Ərikli k., Qozlu k., Baldırqanlı k. (Laçın r-nu), Vələsli k., Üzümlü k. (Dəvəçi r-nu), Mamırlı k. (Tərtər r-nu), Qaraqatlı k., Şamlıq k. (Tovuz r-nu), Əzgilli k. (Zaqatala və Xanlar r-ları), İncilli k., Darılıq k. (Cəlilabad r-nu), Sumağallı k. (İsmayıllı r-nu), Havarlı k. (Yevlax r-nu), Narlıq k. (Sabirabad r-nu); Canavarlı k. (Bərdə r-nu), Ceyranlı k. (Dəvəçi r-nu), Dovşanlı k. (Kəlbəçər r-nu), Xoruzlu k. (Tərtər r-nu), İlanlı k. (Qobustan r-nu), Turaclı k. (Qax r-nu), Bildirçinli k. (Tərtər r-nu), Ördəkli k. (Zəngilan r-nu) ).

-Laq/dax, -lək/dək şəkilçiləri «məkan», «yer» mənasında bir sıra oykonimlərin yaranmasında iştirak edir (məsələn, Qumlaq k. (Oğuz və Cəbrayıl r-ları), Duzlaq k. (Yevlax r-nu), Güzdək qəs. (Abşeron r-nu), Keşdək k. (Kəlbəcər r-nu) və s.

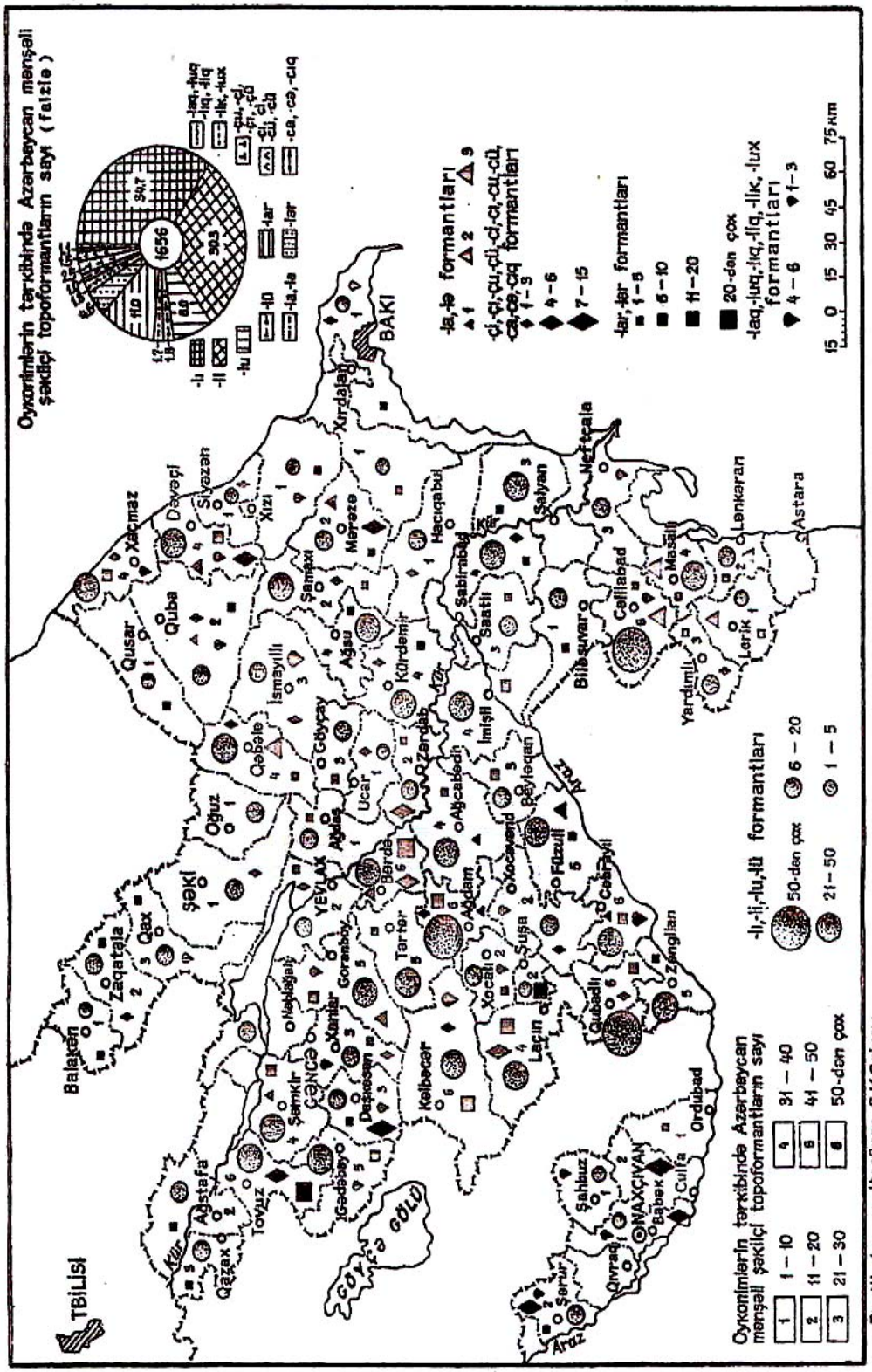
-Lan (məkan) şəkilçili sözlərdən yaranmış oykonimlərə az təsadüf edilir: Naftalan qəs., Zəngilan r-nu, Şüvəlan qəs., Bizlan k. (İsmayıllı r-nu) və s.

-Lar, -lər, -an şəkilçiləri (mənsubluq, aidlik funksiyasını yerinə yetirir) ilə formalaşan oykonimlər də az deyildir (məsələn, Hacılar k. (Gədəbəy, Tovuz, Laçın və Xaçmaz r-ları), Məliklər k. (Dəvəçi r-nu), Hacıalılar k. (Gədəbəy və Şəmkir r-ları), Rzalar k. (Ağdam r-nu), Şərifan k. (Zəngilan r-nu), Fərəcan k. (Laçın r-nu) və s.

-Çı, -çi, -çu, -çü şəkilçiləri sənət, peşə, məşğuliyyət növünü bildirən oykonimlərdə daha çox təsadüf olunur (məsələn, Axtaçı k. (Sabirabad və Kürdəmir r-ları), Sabunçu k. (Zaqatala r-nu), Dəmirçi k. (Şamaxı, Masallı və Şərur r-ları), Bostançı k. (Xaçmaz r-nu), İlxıçı k. (Ağsu və Xaçmaz r-ları), Arabaçı k. (Gədəbəy r-u) və s.




**1-ci şəkil.** Azərbaycan oykonimlərinin tərkibində iştirak edən termin topoformantlarının dil mənsubiyyətinə görə paylanması xəritəsi




**2-ci şəkil.** Azərbaycan oykonimlərinin tərkibində iştirak edən Azərbaycan mənşəli şəkilçi topoformantların paylanması xəritəsi

-Çı, -çu, şəkilçiləri bəzi hallarda tayfa, nəsil mənsubiyyəti daşıyır (Qazançı k. (Goranboy, Zəngilan, Ağdam və Culfa r-ları), Quşçu k. (Daşkəsən, Yevlax və Şamaxı r-ları) və s.)

-Ca, -cə şəkilçiləri oykonimlərin tərkibində ərazinin səciyyəvi xüsusiyyətlərini əks etdirir (məsələn, Qızılca k. (Laçın, Xanlar və Culfa r-ları), Sarıca qəs. (Şəki r-nu), Güllücə k. (Ağdam r-nu), Yellicə k. (Kəlbəcər r-nu), Yarımca k. (Tərtər, Xızı və Babək r-ları) və s.

Araşdırmalar göstərir ki, inzibati rayonlar arasında Kiçik Qafqazın şimal yamacında yerləşən Tovuz, Şəmkir, Gədəbəy, Daşkəsən rayonlarının, həmçinin tarixi Qarabağ zonasında Ağdam, Bərdə, Kəlbəçər, Şuşa, Laçın, Qubadlı, Zəngilan, Cəbrayıl və Füzuli rayonlarının ərazisində oykonimlərin tərkibində iştirak edən Azərbaycan mənşəli şəkilçi formantların sayının xüsusilə çox olması toponimik xəritədə də öz əksini tapmişdır. Formant şəkilçilərin Qarabağ regionunda üstünlük təşkil etməsi nəsil adlarının geniş yer tutması və ərazinin zəngin landşaft xüsusiyyətləri ilə bağlıdır.

Böyük Qafqazın cənub-şərq hissəsində (Qobustanda, Abşeron yarımadasının qərbində) oykonimlərin və topoformantların seyrək olması yaşayış məntəqələrinin azlığı ilə bağlıdır.

Naxçıvan MR-in hüdudlarında oykonimlərin tərkibində iştirak edən Azərbaycan mənşəli şəkilçi topoformantların nisbətən azlığını formant oykonimlərinin daha çox yayılmasıyla izah etmək olar. Belə oykonimlərə aşağıdakıları misal göstərmək olar (Xok k., Zeyvək k., Dizə k., Xurs k., Aza qəs., Dər k., Bist k. və s.).

Bütövlüklə Azərbaycan Respublikası üzrə ümumi toponimik fon azərbaycancadır. Bu baxımdan oykonimlərin və onların tərkibində iştirak edən topoformantların paylanmasında Azərbaycan mənşəli topoformantların sayı böyük üstünlük təşkil edir. Yalnız bəzi rayonların ərazisində (məsələn, Qusar, Balakən, Zaqatala, Astara, Lerik, Yardımlı və s.) bu fonun tərkibinə digər mənşəli (Qafqaz, İran və s.) coğrafi adlar və topoformantlar qatılır. Bu səbəbdən Böyük Qafqazın cənub yamacında və Astara, Lerik, Yardımlı rayonlarının ərazisində Azərbaycan mənşəli topoformantların sıxlığı nisbətən azalır.

Beləliklə, Azərbaycan oykonimlərinin – oykonim topoformantlarının xəritələşdirilməsi, topoformantların respublika ərazisində coğrafi paylanmasını əyani şəkildə göstərməklə, Azərbaycan toponimiyasının tədqiqində müstəsna əhəmiyyət daşıyır.

İlk dəfə olaraq, müasir Azərbaycan xəritəşünaslığında zəngin informasiya yükü daşıyan yeni toponimik xəritələrin tərtib edilməsi xalqımızın tarixi coğrafiyasının öyrənilməsində qiymətli məxəz rolunu oynaya bilər.

**ƏDƏBİYYAT**


AZƏRBAYCAN SSR-in izahlı coğrafi adlar lüğəti. 1960. Elm, Bakı.

AZƏRBAYCAN TOPONIMLƏRI. Ensiklopedik lüğət. 2000. Azərbaycan Ensiklopediyası. NPB. Bakı.

BUDAQOV, B.A., QEYBULLAYEV, Q.Ə. 2004. Naxçıvan diyarının yer yaddaşı. Nafta-Press, Bakı.

MƏMMƏDOV, N.G. 2003. Azərbaycan Respublikası oronimlərinin təsnifatı və formalaşmasının əsas qanunauyğunluqları. Dokt.disser. avtoreferatı. Bakı.

MƏMMƏDOVA, X.İ. 1984. Azərbaycan SSR-in bəzi oykonim formantları xəritəsinin tərtibinə dair. *Azərbaycan SSR EA Xəbərləri.Yer elmləri seriyası*, 6, 79-86.

NURİYEV, E.B. 2003. Toponimik xəritələrin tərtibinə dair. *«Azərbaycanda geodeziya və kartoqrafiyanın inkişafı perspektivləri» mövzusunda II elmi-praktik konfransın materialları*. Bakı, 98-100

YÜZBAŞOV, R.M., ƏLİYEV, K.H., SƏDİYEV, Ş.M.1972. Azərbaycanın coğrafi adları (oçerklər). Maarif. Bakı.

БУДАГОВ, Б.А., ВОРАШИЛ, Г.Л. 1981. Принципы исследования топонимии Азербайджанской ССР. В: *Материалах докладов науч. конф., посвященной изучению топонимии Азерб. ССР*. Элм, Баку, 3-5.

МАНАКОВ, А.Г. 2006. Топонимическое районирование европейской части России, Белоруссии и Украины на основе формантного метода. *Известия РАН. Сер. геогр*., 2, 120-131.

МУРЗАЕВ, Э.М. 1982. География в названиях. Наука, Москва.

НИКОНОВ, В.А. 1964. Пути топонимического исследования. Принципы топонимики. Наука, Москва. 58-86.

ПОСПЕЛОВ, Е.М. 1971. Топонимика и картография. Мысль, Москва.

© К.Д.Каймулдинова, 2008

# ИНФОРМАЦИОННАЯ РОЛЬ КАЗАХСКИХ ТОПОНИМОВ

**К.Д.Каймулдинова**

*КазНПУ им. Абая*
*Алматы, Республика Казахстан*

В статье на основе анализа казахских топонимов утверждается необходимость их внедрения в научную географическую терминологию на казахском языке. За многовековую историю кочевой жизни в трудных природно-климатических условиях казахский народ разработал особую стратегию норм поведения, мышления и традиций. Народные топонимы, обнаруженные автором, являются диахронной передачей географического знания и опыта экологической адаптации, которые были накоплены казахским народом в процессе эволюции. Изучение многообразия казахских топонимов необходимо начать с уровня микротопонимов в силу их значимости в отражении взаимоотношений казахского кочевого общества и окружающей среды.

На современном этапе особую важность приобретают вопросы, связанные с изучением смысловой нагрузки народных географических терминов, так как идет формирование и унификация научной терминологии на казахском языке. Определение семантики и территориальных особенностей народных терминов, вводимых в научный оборот, требует всестороннего исследования *условий и факторов их возникновения*, масштабов применения.

Известно, что предпосылкой для возникновения, ведущим фактором в становлении и унификации казахских названий служила этническая культура. Е.А.Керимбаев (1992), специально занимавшийся данной проблемой, особо отмечает, что следует глубже и всесторонне изучать географические, исторические, этнические факторы, повлиявшие на процесс формирования названий. Этноэкология, изучающая формы взаимоотношений этнической общности с окружающей средой, связанные с освоением и использованием ее ресурсов, рассматривает этнос и среду его обитания в динамическом единстве. Результатом адаптации к условиям среды можно назвать хозяйственную специализацию и явления культуры. При анализе системы природопользования казахского народа обнаружились ценностные ориентации, касающиеся охраны окружающей среды. В этом отношении у казахов сложились определенные *традиции.*

Наличие традиций предполагает диахронную и синхронную передачу информации. Информация, передаваемая диахронно, в первую очередь связана со средой обитания (данные об условиях и ритмах природной среды), также важны были сведения по использованию и охране природных ресурсов. Устная передача любой информации о среде в условиях кочевого общества возможна лишь при участии самобытных топонимов, которые отличаются метафоричностью, содержательностью, разнообразием и т.д.

Географические знания и многовековой опыт экологической адаптации, накопленные казахским обществом в процессе природопользования, послужили основой для наиболее рациональной организации и ведения хозяйства. В условиях устного характера духовной культуры весь багаж знаний об особенностях и ритмах природной среды должен был передаваться при участии ярких, запоминающихся выражений: Б.А.Федорович неслучайно называет казахскую топонимию “неписаным географическим словарем” (Федорович, 1950). Данный “словарь” содержит немало сведений о традициях природопользования и охраны природы казахского народа, дешифровка и изучение которых могут быть использованы в интересах современных географо-экологических наук.

Анализируя систему традиционного природопользования казахского народа, мы оценили ее как наиболее адаптированный к условиям аридных экосистем и основанный на *рациональном использовании* скудных природных ресурсов способ природопользования. Доминанта кочевого скотоводства в жизни казахского общества, определившая образ жиз-

ни, направление развития культуры, была основана на круглогодичном использовании естественных пастбищ. Сезонная продуктивность пастбищ, обусловленная зональным распределением растительности, стала предпосылкой для формирования так называемого *пастбищеоборота*. Пастбищеоборот казахов – это многовековая традиция рационального использования различных типов пастбищ с учетом их сезонной продуктивности (Материалы по киргизскому…, 1902; Румянцев, 1913). В основе данных действий лежит экологический опыт. В процессе ведения хозяйства в аридных условиях казахский народ разработал *экологичную* систему природопользования, основанную на рациональном (сезонном) использовании скудных ресурсов и включающую систему мер, направленных на охрану природы.

Доминанта кочевого скотоводства породила так называемую *скотоводческую культуру*, элементом которой является яркий, богатый метафорами казахский язык, ставший основным средством межпоколенной передачи сведений об окружающей среде и способах природопользования в условиях устного характера духовной культуры. В литературе немало написано об "экологичности" традиций природопользования других народов. У казахского народа познание и восприятие окружающей среды шли параллельно с хозяйственным освоением ее ресурсов; постоянные передвижения по пространству, особенности ведения хозяйства обусловили детальное изучение природных условий и речевое "оформление" замеченных природных явлений и объектов.

Таким образом, формирование системы казахских народных терминов было неразрывно связано с процессом познания окружающей среды. О необходимости первоочередного рассмотрения народной географической терминологии при любых топонимических исследованиях писал Э.М.Мурзаев (1974), объясняя это тем, что "термины – основа топонимии, они оказываются той частью составных географических названий, которые определяют смысловое содержание топонимов". Этим можно объяснить и тот интерес к народным географическим терминам, который проявили топонимисты-лингвисты и географы в своих специальных исследованиях. Особняком стоят работы Г.К.Конкашпаева, посвященные народным терминам (Конкашпаев, 1951; 1970).

В данное время опубликованы неизвестные ранее источники, такие как труды Кадыргали Косымулы (17 в.), Казыбека би Тауасарулы (18 в.), К.Халида (19 в.) и др., новые исследования историков и лингвистов, труды из редких фондов Национальной библиотеки и научной библиотеки НАН РК, которые позволяют по иному смотреть на смысловую нагрузку некоторых терминов.

В связи с этим мы посчитали нужным привести несколько народных терминов, смысловая нагрузка которых в составе топонимов напрямую связана с традициями природопользования казахов. Всесторонний анализ терминов *арка, бас, каркара, коныр, корыс, тас, шат* и др. позволил нам вынести на обсуждение те семантические нюансы, которые ранее не были описаны в других исследованиях. Термины *шат, тас* в составе названий урочищ Северного Казахстана означали пограничные знаки, которые ставились во времена введения частной собственности на прилегающих к зимовкам пастбищах.

Кроме терминов, в составе топонимов часто обнаруживаются такие слова-антонимы, как *жаксы-жаман (хороший-плохой), жылы-суык (теплый-холодный),* которые отражают "оценку" скотовода-казаха условий окружающей среды. Так, Жамантау не значит просто "плохая гора", а "гора с худыми пастбищами", а Суыкбулак не просто "холодный ручей", а "ручей, который холодный даже в летнюю жару" и т.д.

Таким образом, рассмотрение *генезиса* терминов, т.е. условий и мотивов номинации, позволяет глубже понять суть топонимов, смысловую нагрузку которых определяют народные географические термины; исследования в данном направлении важны в деле унификации и транскрибирования казахских названий.

Зарубежными ландшафтоведами давно установлена существующая связь между процессом освоения ландшафтов и смысловой нагрузкой топонимов того времени. Но, к сожалению, в Казахстане данное научное направление еще не развито. Наши исследования показали, что отражение природных условий в казахских названиях имеет свою спе-

цифику. Это объясняется в первую очередь тем, что казахские топонимы несут в себе ту *информацию* о среде обитания, которая нужна скотоводу-кочевнику; а народ с другой хозяйственной специализацией выделил бы другие, "нужные" себе черты природы. Такое понимание *природы* номинации позволяет рассматривать топонимическое наследие казахского народа как *совокупность знаний и опыта,* накопленных в процессе познания и освоения среды обитания.

Чтобы доказать наше предположение о том, что в топонимах отдельно взятой территории могут быть *запечатлены* особенности освоения природных ресурсов и отдельные черты естественного комплекса, мы произвели анализ микротопонимии северо-восточной части побережья оз.Алаколь (таблица 1). Сбор данных провели по топокартам и путем опроса местных жителей; учитывалась лишь совокупность топонимов на казахском языке.

Из исследованного перечня географических названий (всего 92) во всех группах топонимов преобладают гидронимы (35), фитонимы (19), далее идут оронимы (13), очень мало оказалось топонимов, связанных с антропонимами и зоонимами. Например, в названиях зимовок (всего 39), "возраст" которых насчитывает сотни лет, отражены те природные условия, наличие которых и определили выбор места для зимовок: нами зафиксированы 17 названий с основой *кудук (колодец), бастау (ключи), коль (озеро), булак (родник),* также 8 названий на основе фитонимов и так далее по другим группам названий.

Теперь немного об оронимах и гидронимах. Перечень индикаторов-терминов, встречающихся в составе казахских гидронимов, был приведен в работах В.Н.Поповой (1970), мы существенно дополнили его (таблица 2).

***Таблица 1***

Семантическая классификация микротопонимов северо-восточной части побережья оз. Алаколь

| Группа топонимов | потамонимы | | комонимы | | оронимы | | названия зимовок | | всего | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| топо-основы | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % | кол-во | % |
| гидро- | 8 | 36 | 10 | 41 | – | – | 17 | 44 | 35 | 38 |
| фито- | 6 | 27 | 5 | 23 | – | – | 8 | 20 | 19 | 20 |
| оро- | 3 | 14 | 3 | 12 | 4 | 57 | 3 | 8 | 13 | 14 |
| зоо- | – | – | 2 | 8 | – | – | 4 | 10 | 6 | 7 |
| другие | 5 | 23 | 4 | 16 | 3 | 43 | 7 | 19 | 19 | 21 |
| всего | 22 | 100 | 24 | 100 | 7 | 100 | 39 | 100 | 92 | 100 |

***Таблица 2***

Термины-индикаторы в составе казахских гидронимов

| Гидронимы | Термины-индикаторы |
|---|---|
| названия озер | айдын, астау, ащы, балқаш, батпак, бидайык, былкылдак, жаланаш, жалпак, жалтыр, коль, кайыр, камыс, как, копа, ми, ой, сор, такыр, татыр, тениз, томар, туз, шалкар, шукур, шыганак |
| названия рек | аксай, аксу, айрык, аша, ащысу, баканас, дария, еспе, жарма, жайылма, ирек, кемер, камау, карасу, мукыр, нура, озек, озень, сай, сага, сала, сокыр |
| названия родников | айнабұлак, акпа, бастау, булақ, жылга, кайнар, тамшы, коз, тума, уйурым |
| названия колодцев | апан, кауға, кудук, кую, еспе, орпа, шынырау, шункыр. |

Наша таблица содержит 26 терминов в лимнонимах, 22 – в потамонимах, 10 – в названиях ручьев, 8 – в названиях колодцев, всего 66 гидронимических терминов. Можно предположить, что по имеющейся в составе гидронимов конкретной географической информации скотовод заранее имел представление о водном объекте, о степени его пригодности, об его ресурсах и т.д. Они служили тем источником знаний об окружающей среде, благодаря которым стало возможным успешное ведение ставшего традиционным для наших предков кочевого хозяйства.

Мы заметили, что одни и те же термины в составе оронимов различных регионов Казахстана, претерпевают значительные смысловые "сдвиги" в зависимости от местных орографических условий: *тау (гора)* Западного Казахстана по "меркам" Юго-Восточного Казахстана дотянет лишь до *тобе (бугор)* и т.д. В составе казахских оронимов равнинно-мелкосопочной части Казахстана отмечена сложная дифференциация и метафоричность "высотных" терминов, что объясняется необходимостью ориентировки во время кочевий. Имеется также ряд "сигнальных" оронимов, в которых имеется предупреждающая скотовода информация. Так, название Жыланды означает, что в данной местности много змей.

Особенный интерес в плане изучения традиций казахского народа по использованию природных ресурсов естественных пастбищ представляет группа терминов, обозначающих различные типы пастбищ. По различным источникам (литературным и путем опроса) нами собрано, классифицировано по характеру их информационной нагрузки и описано около 60 "пастбищных" терминов (таблица 3).

Таким образом, можно отметить следующее:

1. При кочевом образе жизни казахский народ выработал особую стратегию мышления и поведения в условиях аридных экосистем, что определило принципы и мотивы номинации объектов;
2. Народные географические термины в составе топонимов служат в качестве индикаторов, дающих представление о типе, характере, ландшафтно-зональных особенностях, морфологии географического объекта;
3. Вся система разнообразной информации об окружающей среде и природных ресурсах, накопленная кочевой цивилизацией казахов, содержится в казахском топонимическом материале;
4. Изучение информационного "багажа" казахских топонимов и введение его в научный оборот целесообразнее начать на уровне микротопонимов, так как именно они, по нашему мнению, наиболее полно отражают сложную картину взаимоотношений казахского кочевого общества и окружающей среды.

***Таблица 3***

Классификация пастбищной терминологии казахов

| По цвету | По литологии | По рельефу | По климату | По увлажнению | По растительному покрову | По характеру использования |
|---|---|---|---|---|---|---|
| актебин | ащы | аяк | желкем | бидайык | атжал | биебау |
| алатамыр | борбас | бауыр | желкара | как | аныз | жайлау |
| алатебин | кум | боктер | кунгей | копа | беделик | коктеу |
| боз | сор | жарык | кагыл | саз | кокорай | куздеу |
| керала | сортан | кабак | караш | томар | тал | койтебин |
| караот | такыр | койын | терскей | | тогай | корык |
| коныр | татыр | озек | | | шалгын | кыстык |
| шубар | | тепсен | | | шиыр | отар |
| | | тор | | | шурат | ортен |
| | | тоскей | | | шилик | |

В новом веке предстоит решить новые задачи, поставленные перед наукой, одной из которых смело можно назвать извлечение передового опыта предыдущих поколений и использование его во благо людей. Экологичная по сути и испытанная временем система природопользования казахского народа требует более разностороннего исследования. Наши исследования касались лишь диахронной передачи географической информации в данной системе и не претендуют на исчерпывающую полноту.

**ЛИТЕРАТУРА**

МАСАНОВ, Н.Э. Кочевая цивилизация казахов (основы жизнедеятельности номадного общества). Алматы. Москва. 320.

ФЕДОРОВИЧ, Б.А. 1950. Лик пустыни. Госкультпросветиздат. Москва. 247.

МАТЕРИАЛЫ ПО киргизскому землепользованию, собранные и разработанные экспедицией по исследованию степных областей. т. II. Акмолинская область. Атбасарский уезд. 1902. Воронеж. 262.

РУМЯНЦЕВ, П.П. 1913. Материалы по обследованию туземного и русского старожильческого хозяйства и землепользования в Семиреченской области. Т. 4. Верненский уезд. СПб. 439.

МУРЗАЕВ, Э.М. 1974. Очерки топонимики. Мысль. Москва.

***Рецензент: д.г.н. Э.К.Ализаде***

© С.Г.Сафаров, Э.С.Сафаров, 2008

# ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ И ЕГО ПРОЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА

**С.Г.Сафаров[1], Э.С. Сафаров[2]**

1 – *Национальный Департамент по Гидрометеорологии Министерства Экологии и Природных Ресурсов Азербайджанской Республики AZ1154, Баку, просп. Г.Алиева, 50 E-mail: safarov53@mail.ru*

2 – *Бакинский Государственный Университет AZ1073, Баку, ул. З.Халилова, 23*

По данным наблюдений 25 метеорологических станций за период 1961-2005 гг. исследован характер изменения температурного режима территории Азербайджана. Показано, что нынешний этап потепления начался с середины 70-х годов. Однако с середины 90-х годов темпы потепления значительно увеличились. Установлено, что за период 1991-2005 гг. среднегодовая температура воздуха в среднем по республике повысилась на 0,5 градуса, варьируя для различных регионов в пределах 03-0,8 градусов. Наибольшие потепления отмечены в январе, августе и октябре месяцах. Потепление наблюдалось во всех сезонах года, однако наибольшие аномалии отмечены летом и зимой. Показано, что на территории Азербайджана на фоне общего увеличения темпа потепления климата одновременно происходит перераспределение температурного режима по месяцам и сезонам.

Температура воздуха является важнейшей характеристикой климата, так как изменение ее статистической структуры приводит к перестройке процессов переноса тепла и влаги в атмосфере. Температура воздуха также играет важную роль в формировании условий жизнедеятельности в окружающей среде. Она является интегрирующим фактором природно-климатических особенностей того или иного района.

Как известно, в последние годы средняя температура воздуха у поверхности Земли возрастает практически во всех регионах мира.

Современная концепция потепления основывается преимущественно на воздействии антропогенных факторов. В данной концепции допускается, что повышение температуры поверхностного слоя атмосферы земли главным образом происходит под влиянием выбросов парниковых газов в атмосферу. К таким можно отнести четыре наиболее важных газа: углекислый газ ($CO_2$), метан ($CH_4$), хлорфторуглероды (ХФУ) и закись азота ($N_2O$).

Сторонники антропогенной теории считают, что увеличение количества углекислого газа является следствием большого количества сжигаемого углеводородного сырья и вызывает парниковый эффект, являющийся причиной изменения климата. Однако противники антропогенной теории утверждают, что основная часть парниковых газов, выбрасываемых в атмосферу, связана с природными факторами (извержение вулканов, лесные пожары и т.д.).

К антропогенным факторам также можно отнести следующие (по порядку их значения):

- Изменение альбедо и других свойств земной поверхности, обусловленное сельскохозяйственной и промышленной деятельностью человека.
- Изменение мутности атмосферы и режима облакообразования вследствие внесения в атмосферу большого количества аэрозолей при сельскохозяйственной и промышленной деятельности.

Таким образом, изменение концентрации парниковых газов и аэрозоля в атмосфере и интенсивное освоение новых земель в некоторых регионах земного шара оказывают влияние на поглощение, рассеяние и излучение тепловой радиации в климатической системе. Это в свою очередь вызывает изменения (положительные или отрицательные) глобального радиационного баланса.

Тем не менее, многие исследователи считают, что ключевым фактором является

изменение концентрации углекислого газа в атмосфере.

По данным Всемирной Метеорологической организации (ВМО) в 2005 году концентрация углекислого газа ($CO_2$) в атмосфере увеличилась на 35% по сравнению с доиндустриальным периодом – до 1750 года (Мелешко, 2007).

Опасения, что рост концентрации углекислого газа является главной причиной нынешнего потепления, заставили политиков принять международные соглашения (Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций (ООН) об изменениях климата 1992 г. и Киотский протокол 1999 г.) по сокращению темпов прироста выбросов этого газа в атмосферу.

Средняя глобальная температура за последние сто лет (1906–2005 гг.) выросла на 0,74±0,18°C. Средняя скорость потепления, рассчитанная для последних 50 лет (0,13±0,03°C за 10 лет), в два с половиной раза больше, чем та же величина, рассчитанная для последних ста лет. Согласно 4-му Докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата МГЭИК (IPCC, 2007), за последние 15 лет изменения средней глобальной температуры происходят еще большими темпами – 0,3-0,4$^{o}$C/15 лет. Наряду с этим в зависимости от различных физико-географических и других факторов в различных регионах изменение температурного режима приземного слоя атмосферы проявляется по-разному. Исследования, проводимые в различных регионах мира, показывают, что наибольшее повышение температуры отмечается в высоких широтах и в основном в холодное время года. Согласно 4-му Докладу МГЭИК, за последние несколько десятков лет средняя температура воздуха в арктическом бассейне увеличивалась в два раза быстрее, чем глобальная температура. На территории России потепление за последние 35 лет (1971-2005 гг.) также оказалось более резким по сравнению с глобальным: с 1951 по 1970 гг. температура выросла на 1,52° С (Мелешко, 2007).

На территории Азербайджана инструментальные наблюдения за температурой воздуха проводятся, начиная со второй половины 19-го века. Исследованию климатических особенностей, в том числе температурного режима Азербайджана, посвящены многочисленные работы, наиболее значительной из которых является монография «Климат Азербайджана» (Мадат-заде, Шыхлинский, 1968). В последние годы также проводились исследования с целью выявления характера и масштаба изменения отдельных компонентов климата, в том числе температуры воздуха (Сафаров, 2000 и другие). В работе (Сафаров, 2000) по данным наблюдений 8 метеорологических станций за период 1881-1997 гг. установлено, что на исследуемой территории, за исключением ст. Лянкяран, произошло повышение среднегодовой температуры воздуха. В различных регионах значения этого изменения оказались различными и в общем варьировали в пределах от 0,2 до 1,5 градусов. Наименьшие изменения температуры отмечены на морских и прибрежных станциях, а также на станциях восточного склона Малого Кавказа. Наиболее ощутимое потепление отмечено в зимний период, значение которого для различных регионов варьировало в пределах 0,4-3,6 градусов. В упомянутой выше работе также исследовались особенности изменения температурного режима в различные климатические периоды. В частности установлено, что в периоды первого глобального потепления 1911-1940 гг., глобального похолодания 1941-1970 гг. и второго глобального потепления на большинстве территории республики произошли значительные повышения температуры воздуха, значения которых во многом превосходят аномалии глобальной температуры.

Учитывая очевидные тенденции изменения температуры воздуха и количество выпадающих осадков, в работе (Xəlilov, Safarov, 2000) согласно рекомендациям ВМО рассчитаны новые климатические нормы за период 1961-1990 гг.

В работе (Сафаров, 2000) на основании более обширного материала путем сравнения средних температур за климатические периоды 1958-1977 и 1978-1997 гг. также исследовались возможные климатические изменения температуры воздуха. При этом установлено, что за период 1978-1997 гг. по сравнению с периодом 1958-1977 гг. произошли различные по интенсивности потепления. Однако годовые аномалии – незначительные и для различных регионов составляют 0-0,3 градуса. Наибольшие по-

вышения температуры отмечены в зимние месяцы, а в мае и частично в июне, наоборот, наблюдалось повсеместное похолодание.

Однако наряду с вышеизложенным, немалый интерес представляет исследование проявления глобальных температурных изменений последних лет (1991-2005 гг.) в масштабе территории Азербайджана.

В данной работе на основании данных наблюдений 25 гидрометеорологических станций анализируется ход изменения температуры воздуха за период 1961-2005 гг. и проводится сравнение среднегодовых, среднемесячных и среднесезонных температур за период 1991-2005 гг. с климатическими нормами (1961-1990 гг.).

С этой целью для каждого года, месяца и сезона рассчитаны средние значения температуры воздуха и их аномалии относительно климатических норм. Для каждой станции построены графики временного хода изменения аномалий температуры (рис.1). Анализ этих графиков показал, что из года в год для преобладающего большинства станций знаки аномалии температуры меняются практически синхронно, а ее величина варьирует в относительно небольших пределах. Поэтому указанные на рис. 1 картины временного хода аномалии температуры воздуха практически характерны и для остальных станций.

На значительное повышение температуры воздуха за рассматриваемый период указывает положительный линейный тренд с достаточно большим уклоном (рис. 1). Следует отметить, что, как и в других регионах мира, потепление маскируется большой естественной изменчивостью температуры: в отдельные годы наблюдались как положительные, так и отрицательные аномалии. Как видно из рисунка, наибольшие положительные аномалии отмечены в 1966, 1995, 1998, 2002 и 2005 гг., а наибольшая отрицательная аномалия – в 1969 году. Однако при осреднении за весь период 1961-2005 гг. потепление проявляется особенно отчетливо.

Как известно, линейный тренд слабо отражает межгодовую изменчивость метеорологического элемента, в том числе температуры воздуха. Поэтому для выявления закономерностей временного хода аномалий температуры воздуха, с исключением случайных ее колебаний, использован метод скользящего осреднения с периодом 11 лет (рис.1). Как видно из рисунка, нынешний период потепления начался с середины 70-х годов, однако до начала 90-х годов его темпы были относительно медленными. В этот период, несмотря на общую тенденцию слабого увеличения, в различные годы наблюдались как положительные, так и отрицательные аномалии температуры. Однако, начиная с 1995 г., наблюдались только положительные аномалии, величина которых в большинстве случаев имела относительно высокие значения. В результате этого за период 1995-2005 гг. темпы повышения температуры резко увеличились.

В табл. 1 даны среднегодовые, среднемесячные, а в табл. 2 – среднесезонные аномалии температуры для каждой станции за период 1991-2005 гг. Карта распределения среднегодовой аномалии температуры воздуха по территории иллюстрируется на рисунке 2.

Из табл. 1 следует, что за период 1991-2005 гг. среднегодовая температура воздуха в среднем по республике увеличилась на 0,5 градуса, варьируя для различных регионов в пределах 0,3-0,8 градусов. Однако для большинства станций (72 %) аномалии находились в пределах 0,4-0,6 градусов. Полученные результаты являются статистически значимыми и практически соответствуют повышению глобальной температуры, о котором было сказано в 4-ом докладе МГЕК (IPCC, 2007). На всех рассматриваемых станциях наблюдалось повышение среднегодовой температуры. Относительные ошибки при определении среднегодовых значений аномалий не превышали 7%.

Четкой зависимости величины аномалии от высоты станции не наблюдается. Как видно из рис.2, в западной части южного склона Большого Кавказа (Алибей, Загатала, Шеки) аномалия температуры составляет 0,5 градуса, однако в восточной части этого склона (ст. Огуз, Габаля) она медленно растет и в предгорьях северо-восточного склона (ст. Губа) имеет максимальное значение – 0,8 градуса. В предгорьях юго-восточного склона Большого Кавказа (ст. Алтыагадж и Мараза) отмечено относительно небольшая аномалия – 0,3-0.4 градусов. На морских и прибрежных станциях (Нефт Дашлары, Сумгайыт, Маштага и Лянкяран) аномалия температуры варьирует в пределах 0,4-0,6 градусов. В западной части север-

ного склона Малого Кавказа (Акстафа, Джейранчел) температурная аномалия составляет 0,4 градуса, однако с запада на восток ее значения постепенно растут и на ст. Гянджа достигают 0,7 градуса. На равнинных территориях (Зардаб, Джафархан, Гейчай) значения аномалии относительно высокие и варьируют в пределах 0,5-0,7 градуса. На большинстве территории Нахчыванской автономной республики (ст. Ордубад и Нахчыван) аномалия температуры минимальна – 0,3 градуса.

Вероятно, такое разнообразие распределения температурных аномалий по территории Азербайджана обуславливается особенностями физико-географического положения, характеристиками подстилающей поверхности и особенностями взаимодействия общей циркуляции атмосферы с местной орографией.

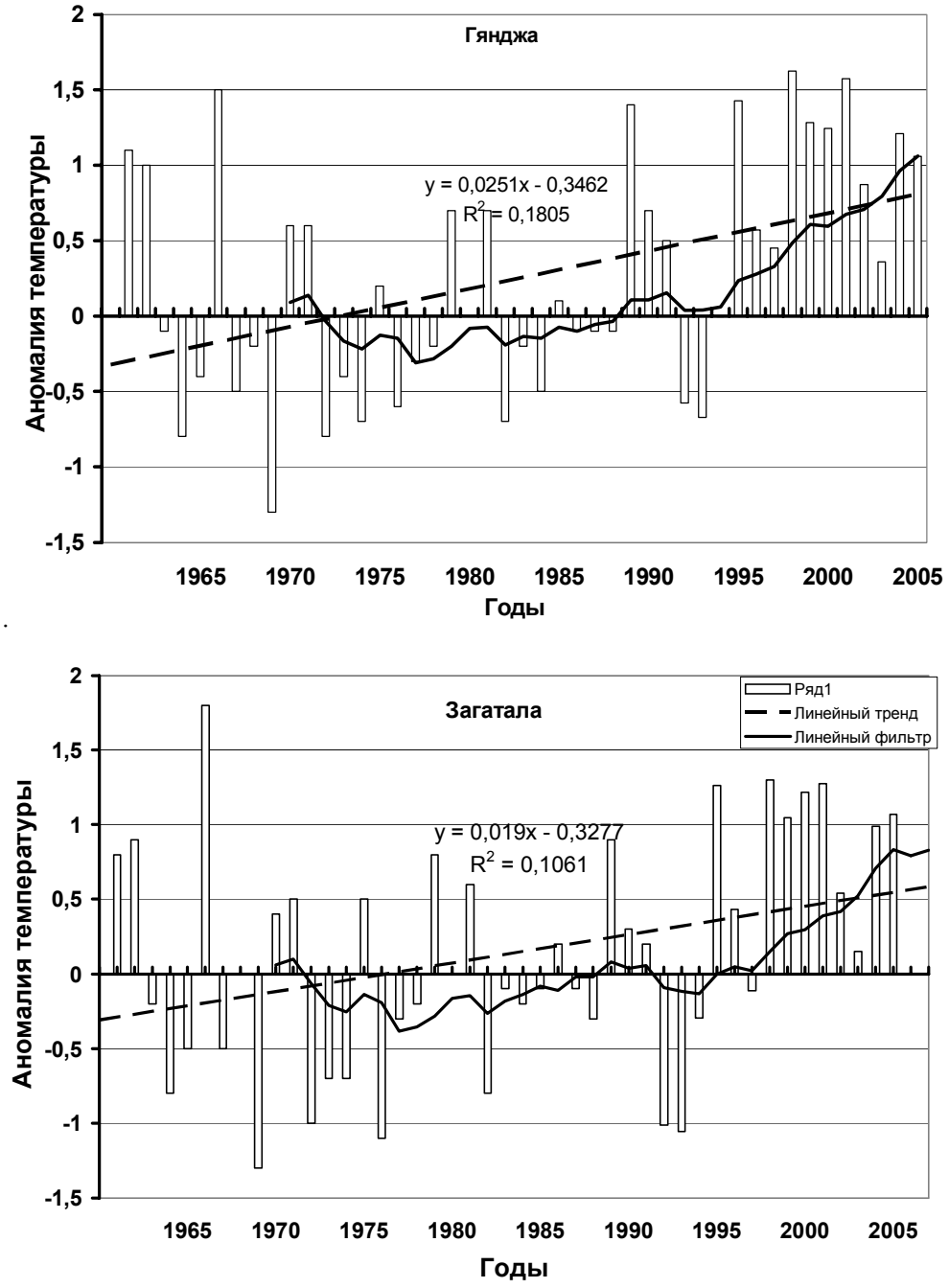



**Рис. 1.** Временной ход аномалии температуры воздуха по станциям Гянджа и Загатала за период 1961-2005 гг.




**Рис. 2.** Распределение среднегодовых аномалий температуры воздуха за период 1991-2005 гг.

Как видно из таблицы 1, за рассматриваемый период распределение аномалий температуры по месяцам имеет свои особенности и несколько отличается от предыдущих климатических периодов, исследуемых в (Сафаров, 2000). Прежде всего следует отметить, что положительные температурные аномалии отмечались не только в холодный, но и в теплый периоды года. Значительные положительные аномалии отмечены в январе, феврале, а также августе и октябре месяцах. Наибольшие положительные аномалии отмечены в августе, когда среднее по республике повышение температуры составляет 1,2 градуса, а на отдельных станциях (Гядабей, Губа) – 1,8-2,0 градусов. За счет частых значительных положительных температурных аномалий последних лет август стал наиболее жарким месяцем года для большинства станций республики, опередив в этом июль. Следует отметить, что такое значительное повышение температуры в теплый период года несколько противоречит современной концепции глобального потепления, которая предусматривает наибольшее повышение температуры в холодный период года. В марте, за исключением Нахчыванской зоны, на остальной территории также отмечено значительное потепление. В мае температурный режим относительно стабилизировался и в среднем практически не отличался от климатической нормы. В апреле, июне, июле и сентябре средняя температура повысилась на 0,3 – 0,4 градусов, а в ноябре и декабре отмечены незначительные похолодания. Как видно из табл.1, от месяца к месяцу знак и величина аномалий температуры для большинства рассматриваемых станций изменялись практически синхронно, что свидетельствует не о локальном, а макромасштабном характере температурных аномалий, т. е. об очевидном проявлении глобального потепления на рассматриваемой территории.

Изменение температуры по сезонам года также носило своеобразный характер. Потепление отмечено во всех сезонах года. Однако, как видно из табл. 2, зимой и летом температурные аномалии в среднем по республике имели наибольшие значения (0,6 и 0,7 градусов соответственно). Весенние и осенние потепления в среднем оказались близкими, 0,4 градуса. Наименьшее повышение зимней температуры отмечено на отдельных высокогорных станциях Большого и Малого Кавказа (Гырыз, Гядабей) – 0,0-0,2 и на станциях Нахчыванской зоны – 0,2-03 градуса. В остальных регионах она изменялась в пределах 0,5-1,0$^{o}$C. В распределениях весенних, летних и осенних аномалий температуры по территории какой-нибудь четкой закономерности не наблюдается.

***Таблица 2***

Средние сезонные аномалии температуры воздуха за период 1991-2005 гг.
по сравнению с климатическим периодом 1961-1990 гг.

| № п/п | Станции | Сезоны | | | | Год |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Зима | Весна | Лето | Осень | |
| | | | | | | |
| 1 | Акстафа | 0,6 | 0,1 | 0,5 | 0,4 | 0,4 |
| 2 | Джейранчел | 0,6 | 0,2 | 0,7 | 0,4 | 0,4 |
| 3 | Шамкир | 0,8 | 0,4 | 0,7 | 0,5 | 0,6 |
| 4 | Гянджа | 1,0 | 0,5 | 0,9 | 0,6 | 0,7 |
| 5 | Гядабей | 0,0 | 0,3 | 1,0 | 0,6 | 0,5 |
| 6 | Шеки | 0,7 | 0,4 | 0,7 | 0,3 | 0,5 |
| 7 | Алибей | 0,5 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 8 | Загатала | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,3 | 0,5 |
| 9 | Огуз | 0,9 | 0,6 | 1,0 | 0,6 | 0,7 |
| 10 | Габаля | 0,6 | 0,5 | 0,9 | 0,5 | 0,6 |
| 11 | Губа | 1,0 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 |
| 12 | Гырыз | 0,2 | 0,3 | 0,6 | 0,3 | 0,4 |
| 13 | Хачмаз | 0,6 | 0,4 | 0,7 | 0,4 | 0,5 |
| 14 | Алтыагадж | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,4 |
| 15 | Мараза | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,3 |
| 16 | Гейчай | 0,5 | 0,3 | 1,2 | 0,6 | 0,7 |
| 17 | Зардаб | 0,9 | 0,5 | 0,7 | 0,4 | 0,6 |
| 18 | Джафархан | 0,8 | 0,3 | 0,6 | 0,4 | 0,5 |
| 19 | Лянкяран | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 0,4 | 0,6 |
| 20 | Нефт Дашлары | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,4 |
| 21 | Сумгайыт | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| 22 | Маштага | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,6 |
| 23 | Шарур | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,5 | 0,5 |
| 24 | Нахчыван | 0,3 | 0,2 | 0,6 | 0,2 | 0,3 |
| 25 | Ордубад | 0,2 | -0,1 | 0,5 | 0,4 | 0,3 |
| В среднем по республике | | 0,6 | 0,4 | 0,7 | 0,4 | 0,5 |
| Среднее квадратичное отклонение | | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |

Таким образом, за период 1991-2005 гг. по сравнению с предыдущими в общем по республике темпы повышения среднегодовой температуры значительно увеличились. Такое повышение в первую очередь связано с резким увеличением температуры как зимнего, так и летнего сезона. С другой стороны, неравномерное изменение температурного режима в различные месяцы и сезонные периоды свидетельствует о том, что на территории Азербайджана на фоне общего увеличения темпа потепления климата одновременно происходит перераспределение температурного режима по месяцам и сезонам.

**ЛИТЕРАТУРА**

МАДАТ-ЗАДЕ, А.А., ШЫХЛИНСКИЙ, Э.М. (под ред.). 1968. Климат Азербайджана. Изд. АН Аз. ССР. Баку. 343.

МЕЛЕШКО, В.П. 2007. Потепление климата: причины и последствия. *Химия и жизнь,* 4, 3.

САФАРОВ, С.Г. 2000. Современная тенденция изменения температуры воздуха и атмосферных осадков в Азербайджане. Баку. 297.

XƏLİLOV S.H, SƏFƏROV S.H. 2001.Azərbaycan Respublikasında havanın temperaturunun və atmosfer yağıntılarının aylıq və illik normaları (1961-1990). Bakı.

IPCC, 2007**.** Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report. Technical Summary.

***Рецензент: член-корр. НАН Азербайджана Р.М.Мамедов***

© Т.Д.Агаев , 2008

# УСЛОВИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ В ВОЗДУХЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ

**Т.Д.Агаев**

*Сумгайытский Государственный Университет*
*AZ5008, г. Сумгайыт, 43 квартал*

Выбросы промышленных предприятий, скапливаясь в атмосфере города, взаимодействуют друг с другом, гидролизуются и окисляются под действием влаги и кислорода воздуха, под воздействием солнечной радиации происходит преобразование этих выбросов в новые чрезвычайно токсичные вещества. Другими словами, под воздействием фотохимических процессов, происходящих в атмосфере, вредные выбросы промышленных предприятий города изменяют свой состав и становятся очень вредными для здоровья человека. В статье рассмотрены различные условия преобразования вредных примесей и формирования вторичных загрязняющих веществ в атмосфере промышленных гг. Баку и Сумгайыт. Для этого были использованы данные о загрязнении воздуха этих городов, а также информация наблюдений метеорологических станций, расположенных на Абшеронском полуострове.

Как известно, в воздухе городов с развитыми нефтяной и химической промышленностью и автотранспортом отмечаются фотохимические реакции. Они происходят при определенных условиях: наличии в атмосфере высоких концентраций окислов азота, углеводородов и других загрязнителей, интенсивной солнечной радиации и безветрия или очень слабого обмена воздуха в приземном слое при мощной и продолжительной инверсии. Так, при слабых ветрах перенос примесей замедляется, происходит интенсивное накопление загрязняющих веществ у земли в инверсионном слое. А если еще при таких условиях будет иметь место туман или высокая относительная влажность воздуха (U≥90 %), то это приведет к тому, что примеси, выбрасываемые промышленными предприятиями, смогут поглощаться водяными каплями. Растворение их может способствовать образованию ранее неизвестного в природе фотохимического тумана. На Абшеронском полуострове приземные инверсии и их сочетания со слабым ветром и относительной влажностью U ≥90 % наиболее часто отмечаются в осенне-зимние месяцы (Агаев, 2005; 2007; 2008). Наибольшая повторяемость приземных инверсий наблюдается весной с максимумом в мае. В это время года они очень мощны и интенсивны и часто способствуют формированию туманов. Зимне-весенние приземные инверсии в большинстве случаев образуются в теплых воздушных массах, поступающих с юга (40% из всех случаев) в системе циклона, а в летние месяцы они возникают в воздушных массах, поступающих с севера (рис.1).

## Вторичные загрязняющие вещества в атмосфере Абшерона

По данным расчета Госкомстата в течение 2005 г. из всех источников загрязнения в воздушный бассейн Азербайджана поступило более 1054,3 тыс. т вредных примесей (Статистические показатели…, 2006). Из них около 88% приходилось лишь только на Абшеронский регион, который занимает основное место в экономике республики. Большая часть выбросов (557,9 тыс. т) в атмосферный воздух страны относится к стационарным источникам. В последние годы в загрязнении воздушного бассейна республики значительная роль принадлежит автотранспорту. Так, в 2005 году 47% (496,4 тыс. т) от общего объема всех выбросов в атмосферу приходилось на долю автотранспорта.

В загрязнение атмосферного воздуха страны г. Баку вносит свой весомой вклад. Так, в 2005 г. из 557,9 тыс. т. выбросов в воздушный бассейн страны твердые составили 28,2 тыс.т, а газообразные и жидкие вещества – 529,7 тыс. т. Из всех выбросов 464,6 тыс.т приходилось на долю г. Баку, а 27,1 тыс.т – на долю г. Сумгайыта. При этом выбросы $SO_2$ по стране составили 13,8 тыс.т, $NO_2$ – 25,8 тыс.т, а CO – 26,1 тыс.т.

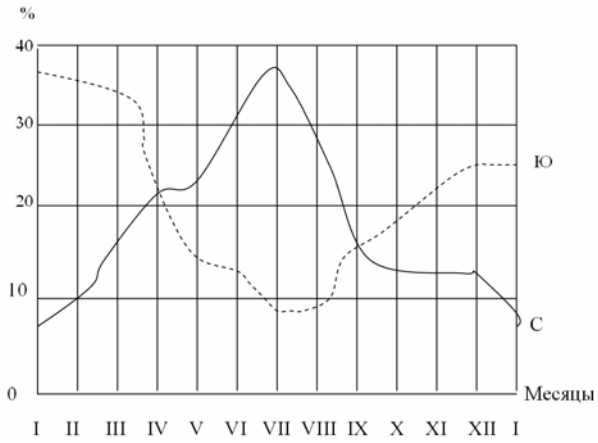



**Рис. 1.** Годовые изменения повторяемости приземных инверсий температуры воздуха при северных (С) и южных (Ю) направлениях ветра

Большая часть имеющихся в атмосфере промышленных городов твердых частиц и аэрозолей являются вторичными загрязнителями. При рассмотрении табл. 1 можно сделать вывод, что по сравнению с 1995 в 2005 году первичные выбросы вредных примесей из стационарных источников загрязнения атмосферы городов Абшерона заметно уменьшились. Но в последние годы вновь отмечается некоторое повышение выбросов загрязняющих веществ (Статистические показатели…, 2006). Как известно, большая часть выбросов промышленных предприятий состоит из пяти самых распространенных и токсичных вредных примесей: сернистого газа ($SO_2$), окиси углерода (CO), углеводородов ($C_nH_{2n}$) и окислов азота ($NO_x$), пыли. Для г. Сумгайыта, помимо этого, еще характерны выбросы хлора ($Cl_2$) и фтористого водорода (HF). Взаимодействием этих вредных примесей в воздухе при благоприятных условиях образуются вторичные загрязняющие вещества: сульфаты, пероксиацетилнитраты (ПАН), полициклические углеводороды (ПАУ), аэрозоли фторидов, фотохимические оксиданты и др.

**Окислы азота.** Установлено, что окислители вредных веществ в воздухе промышленных городов, в т.ч. озон, являются продуктами реакций окислов азота и углеводородов. Основное место в образовании озона обычно отводят окислам азота. В естественных условиях азот весьма инертен и не вступает в реакции с кислородом. Но в результате сжигания топлива за счет высоких температур образуется значительное количество окислов азота. Как видно из рис.2, в значениях выбросов $NO_2$ по сравнению с выбросами $SO_2$ в последние годы (1997-2005 гг.) имеют место незначительные изменения, с небольшим повышением в 2001г. (27,1 тыс.т).

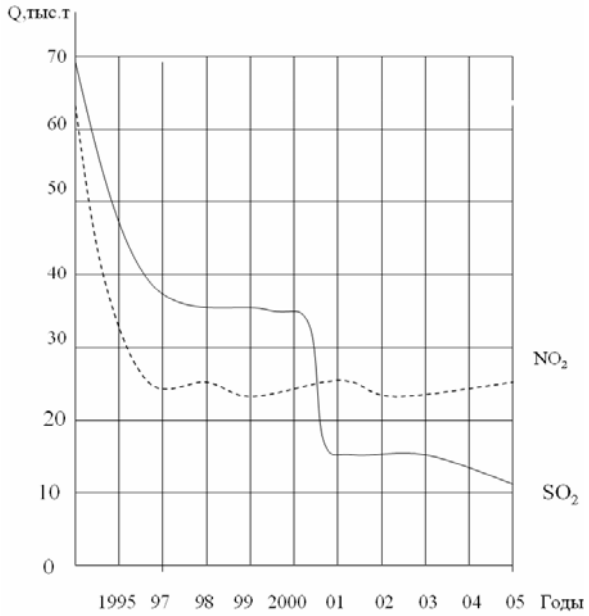



**Рис. 2.** Изменения концентраций $NO_2$ и $SO_2$ в отдельные годы

***Таблица 1***

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников по республике и гг. Баку и Сумгайыт (тыс. т)

| По респ. и городам | 1995 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| По респ. | 878,6 | 389,6 | 442,7 | 574,7 | 515,4 | 577,1 | 217,4 | 425,9 | 539,8 | 557,9 |
| Баку | 623,9 | 306,7 | 358,6 | 326,6 | 333,8 | 306,8 | 110,3 | 331,4 | 417,3 | 464,6 |
| Сумгайыт | 40,2 | 17,8 | 15,8 | 40,3 | 17,6 | 22,3 | 13,0 | 32,3 | 58,9 | 27,1 |
| $SO_2$ | 50,0 | 37,8 | 35,2 | 36,5 | 35,1 | 14,7 | 13,6 | 15,5 | 13,2 | 13,8 |
| $NO_2$ | 31,6 | 24,4 | 26,2 | 24,4 | 24,2 | 27,1 | 26,3 | 24,2 | 25,2 | 25,8 |

В городах Абшерона основная часть выбросов $NO_2$ приходится на долю теплоэлектроцентралей и автотранспорта. Так, максимальные значения $NO_2$ в г. Сумгайыте отмечаются вблизи автомагистрали, около ТЕЦ-1, а в г. Баку – в "Черном городе", около шоссе с интенсивным движением транспорта.

В преобразовании $NO_2$ в атмосфере значительная роль отводится метеорологическим условиям. Так, при выпадении осадков взаимодействие влаги с двуокисью азота превращает ее в азотную кислоту. Образовавшаяся кислота вместе с осадками поступает в почву, что приводит к очищению воздуха и уменьшению концентрации $NO_2$ в атмосфере города. На Абшеронском полуострове такие условия создаются в зимне-весенние месяцы. Но, в летние и осенние месяцы количество осадков минимально, а величина интенсивности солнечной радиации, достигающей земли, превышает определенный порог, оцениваемый в $\geq$ 1,00 кал/см$^2$мин., что способствует увеличению концентраций $NO_2$ (превышение ПДК в несколько раз) в воздухе. Большая интенсивность солнечной радиации ведет к увеличению уровня загрязнения воздуха двуокисью азота. Так, например, в гг. Баку и Сумгайыт среднемесячные максимальные значения концентрации $NO_2$ в теплый период года могут увеличиться до 0,50 мг/м$^3$ и выше.

**Окислы серы.** В воздухе промышленных городов также образуются сульфаты, единственным путем для образования которых является окисление. Примером перехода газа в жидкость служит кислотный дождь. В этом случае $SO_2$ в воздухе превращается в $H_2SO_4$. Роль $SO_2$ заключается главным образом в том, что при его фотохимическом окислении образуются неорганические вещества и мельчайшие аэрозоли, состоящие из капелек $H_2SO_4$.

Высокая интенсивность солнечной радиации (в июне около 20 ккал/см$^2$), минимальное количество осадков, а также присутствие в воздухе промышленных городов Абшерона окислов азота, озона, углеводородов и других примесей в теплый период года может усилить процесс окисления сернистого газа. В этих условиях время жизни $SO_2$ может составлять несколько часов.

Основная часть выбросов $SO_2$ в атмосферу г. Баку приходится на долю нефтеперерабатывающих заводов. Скопление этих вредных примесей в этом городе в основном происходит в северо-восточной части, вокруг НПЗ в радиусе 1,0-1,5 км, а в г. Сумгайыте – вблизи теплоэлектроцентралей и суперфосфатного завода. Анализ данных загрязнения воздуха Абшерона показывает, что среднемесячные максимальные значения $SO_2$ и $SO_4^{2-}$ между собой имеют следующую эмпирическую связь:

$$\bar{q}_{SO_4} = 0{,}084\ \bar{q}_{SO_2} + 0{,}031$$

Максимальные значения примеси аэрозоля серной кислоты и растворимых сульфатов в городах Абшерона преимущественно наблюдаются в утренние и вечерние часы при слабом ветре в штилевую погоду. В более чистом воздухе в час в сульфаты преобразуется от 1 до 20% $SO_2$. В пригородной зоне среднее отношение $SO_2$ /$SO_4^{2-}$ может составлять примерно 1:1.

В загрязнении воздуха прибрежной части Абшерона особая роль принадлежит Бакинской бухте, как самому грязному водоёму всего бассейна. Здесь толщина нефтенасыщенных отложений достигает 8,5 м (Панин и др., 2005; Мехтиев, Гюль, 2006). Этому способствует не только ограниченный водообмен с открытым морем, но и тот огромный объем городских отходов, который сбрасывался сюда долгие годы, образуя толщу по существу антропогенных грунтов. Как следствие, происходило вторичное загрязнение окружающей среды за счет их взмучивания в штормовую погоду. Так при продолжительных ветрах южного направления в бухту в большом количестве нагоняются нефтепродукты, которые создают экологически напряженное состояние. Для контраста стоит привести в качестве примера различие между содержанием нефтяных примесей в Бакинской бухте (95,1мг/г) на урезе воды (h = 0-1,0 м) и в районе месторождения Гюнешли (0,01мг/г) (h=115–200м) (Мехтиев, Гюль, 2006). Высокий уровень загрязнения бухты также оказывает влияние на ее кислородный режим. На прибрежных станциях часто наблюдаются низкие концентрации растворенного кислорода. Это свидетельствует о том, что в районе Бакинской бухты процессы загрязнения доминируют над процессами самоочищения. Здесь из-за пленочного загрязнения аэрация вод недостаточна, ис-

парения этих загрязнителей увеличивают концентрацию углеводородов в воздухе.

**Хлор и фтор.** Как было отмечено, для г.Сумгайыта характерны выбросы таких токсичных веществ, как хлор и фтор. Основным источником выброса хлора является завод поверхностно-активных веществ, а фтора и фтористых соединений – суперфосфатный и алюминиевый заводы.

Хлор в 2,5 раза тяжелее воздуха. Один килограмм жидкого хлора при испарении дает 316 л газа. При испарении жидкий хлор образует с водяными парами белый туман. Хлор весьма реакционный, образует соединения почти со всеми химическими элементами. В воде частично гидролизуется до HCl, HOCl. В атмосфере хлор под действием солнечной радиации, влаги, озона и кислорода воздуха образует различные хлоридные соединения. Анализ среднемесячных максимальных значений концентрации хлора и хлоридов показал, что высокие значения этих загрязнителей отмечаются вблизи завода поверхностно-активных веществ, при слабых северо-западных ветрах и штиле, так как хлор тяжелее воздуха, то при слабых северо-западных ветрах распространяется не очень далеко. Происходит скопление и увеличение концентрации хлора (>0,10 г/м$^3$) вблизи завода, и эти выбросы преобразуются в хлориды, высокие значения (>0,05 мг/м$^3$) которых также отмечаются около завода поверхностно-активных веществ.

Фтористые соединения, как и другие галогенные соединения, входят в реакцию почти со всеми химическими элементами. В воздушном бассейне под действием солнечного излучения, водяного пара, озона и кислорода они преобразуются в другие более токсичные вещества и аэрозоли. Газы фтористого водорода в воде гидролизуются, образуя кислоту, а в воздухе они образуют аэрозоли фторидов. Анализ среднемесячных максимальных значений концентраций фтористого водорода и аэрозолей фторидов показывает, что они между собой имеют следующую связь:

$$\overline{q}_{\text{аэр.фт.}} = 0{,}93\overline{q}_{HF} - 0{,}018$$

Учитывая то, что алюминиевый завод находится близко к городу, то в образовании высоких уровней аэрозолей фторидов в воздухе города большая роль также принадлежит этому заводу. Существующая технология и состояние оборудования алюминиевого завода не позволяет уменьшить значения концентрацию фтористых соединений. Поэтому при обычном режиме работы этого завода величина концентраций аэрозолей фторидов в атмосфере в основном определяется метеорологическими факторами, особенно направлением и скоростью ветра, а также влажностью воздуха. Следует отметить, что в настоящее время большой вклад в загрязнение атмосферы г. Сумгайыта вносит алюминиевый завод. Так, в течение 2007 г. воздушный бассейн города несколько раз сильно загрязнялся выбросами этого завода, а концентрации вредных примесей имели высокие значения.

В заключение следует отметить, что полученные результаты имеют важное практическое значение и могут быть использованы при организации работ по контролю загрязнения атмосферы, при осуществлении градостроительных мероприятий, при планировании взаимного размещения промышленных комплексов и жилых массивов, при проведении мероприятий по защите воздушного бассейна от загрязнения и т.д.

**ЛИТЕРАТУРА**

АГАЕВ, Т.Д. 2005. Роль сочетания метеорологических условий в загрязнении воздуха. *Изв. Пед. Унив.*, 1, Баку, 62-68.

АГАЕВ, Т.Д. 2007. Климатические характеристики, определяющие перенос и рассеивание примесей в атмосфере. *Научные известия СДУ, раздел естественных наук,* 7, 4, Сумгайыт, 46-51.

АГАЕВ, Т.Д. 2008. Промышленные выбросы сернистых соединений в загрязнение атмосферы городов. *Тр. Географического общ. Азерб*., XII, Баку, 225-231.

ПАНИН, Г.Н., МАМЕДОВ, Р.М., МИТРОФАНОВ, И.В. 2005. Современное состояние Каспийского моря. Наука. Москва. 356.

МЕХТИЕВ, А.Ш., ГЮЛЬ, А.К. 2006. Техногенное загрязнение Каспийского моря. Элм. Баку. 180.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ Азербайджана. 2006. Седа. Баку. 872.

***Рецензент: к.г.н. М.С.Гасанов***