ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА

© Ад.А.Алиев, Ф.Р.Бабаев, И.С.Гулиев, 2009

К ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ НЕФТЕЙ НИЖНЕКУРИНСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

Ад.А.Алиев, Ф.Р.Бабаев, И.С.Гулиев

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

В статье рассмотрены нефти продуктивной толщи 4 месторождений (Кюровдаг, Мишовдаг, Гарабаглы, Кюрсанги). Установлена общая тенденция изменения геохимических показателей (пристан/фитан, микроэлементов и др.) нефтей по месторождениям, однообразие их химического состава и общность условий формирования.

В последние годы для успешного решения проблем нефтегазовой геологии важная роль отводится геохимическим исследованиям нефтей, в частности углеводородов изопреноидного строения и микроэлементов.

Обращение именно к этим показателям нефтей связано с тем, что они считаются маркирующими компонентами нефти (довольно высокая биохимическая устойчивость) как в стадии образования нефти, так и в дальнейшем превращении их в природе, кроме того, их наличие в составе нефтей считается доказательством биогенной природы нефтяных углеводородов.

Фактический материал

Фактическим материалом для исследования явились нефти месторождений Нижнекуринского нефтегазоносного района: Кюровдаг, Кюрсанги, Гарабаглы, Мишовдаг.

Для исследований наряду с новейшими аналитическими данными авторов статьи также использованы результаты опубликованных работ (Алиев, 1985; Бабаев, 1979; Багирзаде, Бабаев, 1989; Алиев и др., 1998).

По результатам определений выявлены концентрационные ряды обнаруженных элементов и построен график их распределения по месторождению.

Одновременно были обсуждены результаты отношений пристан/фитан для исследованных проб нефтей.

Результаты исследований приведены в таблицах 1,2,3.

Результаты исследований

Изученные нефти представляют различные горизонты и различные глубины залегания, плотность колеблется от 0,8413 до 0,985. Содержание серы – от 0,03 до 0,82 %, т.е. нефти малосернистые. Количество азота – от 0,012 до 0,299 % и характеризует нефти как малоазотистые.

Месторождение Кюровдаг. Изучены нефти из различных глубин и различных горизонтов. Удельный вес исследованных нефтей меняется в пределах от 0,877 до 0,902. Можно сказать, что эти нефти относятся к тяжелым.

В изученных пробах нефтей обнаружены железо, никель, ванадий, хром, марганец, титан, медь, стронций, барий, магний. Характерным для нефтей этого месторождения является присутствие этих элементов во всех анализируемых пробах всех продуктивных свит.

Как и большинство палеоген-неогеновых нефтей, нефти месторождения Кюровдаг содержат ванадия меньше, чем никеля. На месторождении Кюровдаг величина отношения V/Ni во всех свитах колеблется от 0,15 до 0,5. Значения рассматриваемого отношения для I-V горизонтов сопоставимо одинаковы – почти одного порядка, что свидетельствует об одинаковых условиях происхожде-

ния этих элементов. Рассматривая содержание обнаруженных элементов на данном месторождении, замечаем относительно высокое содержание железа по сравнению с другими элементами, которое колеблется от 0,11 до 4,50 (% на золу).

При сравнении содержаний железа нефтей Кюровдагского месторождения с его содержанием в других плиоценовых нефтях наблюдаем относительное их сходство, что, повидимому, дает возможность говорить об одинаковых условиях происхождения этого элемента в сравниваемых нефтях.

Во всех анализируемых пробах нефти обнаружены как биомаркеры (пристан, фитан), так и нормальные стераны ($C_{27} – C_{29}$).

Таблица 1

Физико-химическая характеристика нефтей Нижнекуринского нефтегазоносного района

Номер скважины	Глубина, м	Горизонт	d_4^{20}	Фракционный состав, %			S, %	N, %
				до 150 ^{0}C	до 200 ^{0}C	до 300 ^{0}C		
Кюровдаг								
61	1882-2002	I	0.8776	11	16	38	0.237	0.212
622	2035-2050	II	0.8845	11	19	37	0.228	0.197
213	2188-2217	IV	0.8842	12	21	38	0.196	0.214
751	2633-2790	VII	0.8799	13	20	40	0.003	0.002
422	2758-2827	VIII	0.8752	11	19	39	0.233	0.190
289	2948-2972	II	0.8800	13	20	36	0.166	0.177
335	3001-3026	II	0.8676	14	24	44	0.112	0.180
554	3140-3240	III	0.8569	17	25	43	0.135	0.178
512	3272-3288	IV	0.8413	16	24	40	0.141	0.166
264	3282-3440	V	0.8641	12	22	40	0.181	0.144
428	3465-3476	X	0.8783	10	20	40	0.235	-
Кюрсанги								
10	2812-2821	I	0.8939	13	22	42	0.142	0.297
23	3287-3303	V	0.8689	12	30	39	0.170	0.146
28	3383-3394	V	0.8997	13	19	33	0.288	0.228
Гарабаглы								
12	2591-2595	I	0.8911	9	17	34	0.36	0.223
138	2925-2933	II	0.8573	11	16	32	0.24	0.152
152	3222-3284	IV	0.8984	9	15	31	0.22	0.164
8	3390-3412	V	0.8997	6	14	33	0.24	0.203
Мишовдаг								
129	1007-1074	I	0.8774	15	24	41	0.226	0.299
272	1183-1187	II	0.8660	16	25	38	0.262	0.166
287	1515-1523	III	0.8889	15	22	39	0.241	0.169

Рассматривая величины отношения пристан/фитан, обнаруживается их близость, и их значения больше 1. Одновременно отмечается снижение значений отношения пристан/фитан от 1,71 до 1,38 со стратиграфической глубиной. Можно сказать, что такое же изменение наблюдается и с уменьшением удельного веса. Значения отношения более 1 свидетельствуют о существенной примеси к исходному ОВ зоопланктонного материала. Что касается содержания нормальных стеранов, их значения соответственно меняются в пределах: C_{27} – 30,1-41,9; C_{28} – 20,7-34,9; C_{29} – 31,6-37,3. Индекс Олеана для всех проб почти одного порядка: 0,06-0,3. Отношение T_s/T_m – 0,75-1,26.

Месторождение Кюрсанги. Пробы нефти охватывают глубины с 2961 по 4884 м и с 3 по 10 горизонты, включая и отложения среднего плиоцена. Нефти относятся к тяжелым. Удельный вес их – от 0,903 до 0,985.

В нефтях месторождения Кюрсанги обнаружены те же элементы, что и в нефтях месторождения Кюровдаг. Количественная характеристика этих элементов почти не отличается, за исключением элемента железа, которого в 2,5 раза меньше, чем в нефтях месторождения Кюровдаг. Величина отношения V/Ni колеблется от 0,19 до 0,25.

Отношение пристан/фитан колеблется от 1,28 до 1,54, т.е. выше 1, и не зависит как от глубины залегания скважин, так и от удельного веса исследованных нефтей. Содержания нормальных стеранов (C_{27}, C_{28}, C_{29}) можно сказать сопоставимо одинаковы и меняют свои значения соответственно: 33,1-36,7; 29,2-32,8; 32,3-35,7. Индекс Олеана – 0,05-0,09. T_s/T_m – 0,62-0,95.

Месторождение Гарабаглы. Изучено 8 проб нефти с глубин от 2593 до 3438 м. Удельный вес этих нефтей колеблется от 0,893 до 0,973, и они относятся к тяжелым.

Пробы нефти, охватывающие данное месторождение, свидетельствуют о содержании в них железа от 0,9 до 1,4% на золу. Количество никеля колеблется от 0,51% до 0,98%; ванадия – 0,12% - 0,30%; хрома – от 0,04% до 0,17%. Отношение V/Ni изменяется в пределах 0,24 – 0,37. В золах этих нефтей, судя по концентрационному ряду, превалирует железо, за ним следуют никель и ванадий, что схоже с концентрационным рядом месторождения Кюрсанги.

Величина отношений пристан/фитан больше 1 и меняет свои значения от 1,43 до 1,53.

Нормальные стераны по своему содержанию (C_{27}, C_{28}, C_{29}) меняются соответственно: от 34,0 до 36,2; от 31,8 до 34,4; от 31,2 до 32,7, т.е., как и в нефтях вышеуказанных месторождений, одного порядка и составляют более 30. Индекс Олеана – 0,08-0,1, а T_s/T_m – 0,61-0,73.

Месторождение Мишовдаг. Исследованные нефти относятся к тяжелым (0,886-0,9420) и приурочены к глубинам 1095-1727 м.

В нефтях рассматриваемого месторождения также идентифицированы элементы семейства железа. Отличительной чертой этих нефтей является количественное превосходство элемента никеля над железом. Значение отношения V/Ni – 0,21-0,62. Концентрационный ряд элементов для месторождения Мишовдаг по последовательности расположения обнаруженных элементов не совпадает с концентрационными рядами обнаруженных элементов в вышеуказанных месторождениях.

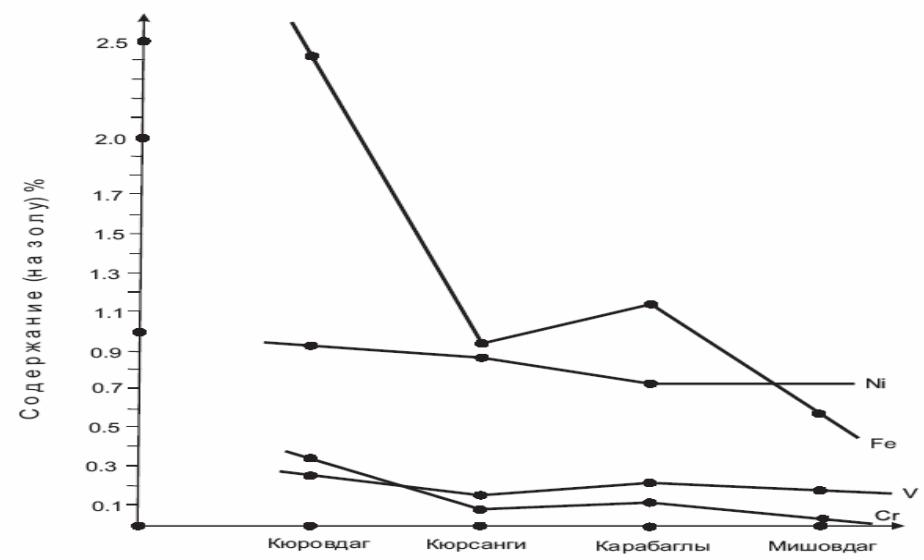
Отношение пристан/фитан – от 1,59 до 1,68, т.е. выше 1. Что касается нормальных стеранов, их содержание в среднем составляет от 30,2 до 35,4. Индекс Олеана – 0,1 и T_s/T_m – 0,76-0,87.

Обсуждение результатов

Сопоставляя все исследованные нефти, можно отметить, что они относятся к тяжелым, и значения их удельных весов колеблются в пределах от 0,854 до 0,973. Рассматривая содержание серы и азота в изученных нефтях, замечаем, что отсутствует четкая закономерность в изменении их содержания. Однако в виде общей тенденции существует некоторый параллелизм между их содержаниями, что, по-видимому, связано с механизмом и временем формирования местоскоплений углеводородов.

Рассматривая концентрационные ряды, замечаем, что между этими рядами обнаруживается сходство.

По концентрационным рядам идентифицированных элементов выявлены главные компоненты нефтяной золы: железо, никель, ванадий, хром. Обнаруженное сходство между концентрационными рядами свидетельствует об общности геохимических условий формирования состава нефтей.



Распределение главных компонентов нефтяной золы изученных месторождений.

Из графика распределения главных компонентов нефтяной золы для изученных месторождений видно, что максимальное количество рассматриваемых элементов содержится в нефтях месторождения Кюровдаг, а нефти месторождения Мишовдаг обеднены ими.

Для изученных нефтей на основе содержания идентифицированных элементов были составлены концентрационные ряды:

Кюровдаг: Fe > Ni > Cr > V > Mn > Ti > Cu.
Кюрсанги: Fe > Ni > V > Cr > Mn > Ti > Cu.
Гарабаглы: Fe > Ni > V > Mn > Cr > Ti > Cu.
Мишовдаг: Ni > Fe > Ti > V > Cr > Mn > Cu.

Ведущим элементом является железо, содержание которого преобладает над содержанием никеля, который по своей концентрации устойчиво следует за железом, преобладая попеременно над хромом и ванадием. Титан и медь в этих рядах занимают последнее место.

Учитывая, что в соответствии с существующими представлениями **повышенное содержание пристана** в составе изопреноидных углеводородов характерно для нефтей, генетически связанных с ОВ, обогащенным зоопланктоном или остатками высшей растительности, а **повышенное содержание фитана** в составе изопреноидных углеводородов нефти свидетельствует об их генетической связи с исходным веществом, обогащенным фитопланктоном – совокупностью водорослей, обитающих в верхнем освещенном слое воды, и **отношение пристан/фитан** рассматривается как один из основных генетических показателей, несущих информацию об особенностях химического состава исходного живого вещества и окислительно (Pr<1)- восстановительных (Pr>1) условиях, полученные нами результаты дают возможность рассматривать соотношение пристан/фитан как показатель окислительно-восстановительных условий формирования органического вещества нефтей в этих образцах. Результаты исследований показывают, что отношение пристан/фитан больше единицы и изменяется от 1,19 до 1,71. Это, по-видимому, свидетельствует о преобладающей роли ОВ с примесью зоопланктонного материала и, возможно, связано с катагенетическими процессами, происходящими в окислительных условиях нефтеобразования. Индекс олеана – 0,05-0,3 , а T_s/T_m – 0,61-1,26.

Таким образом, формирование нефтей с высоким отношением пристан/фитан, по-видимому, обусловлено рядом причин, как генетическими – наличием специфических форм биопродуцентов с повышенным содержанием пристана в исходной массе, так и катагенетическими – спецификой исходного ОВ материнских толщ при относительно высоком уровне катагенеза.

Одинаковость же вышеуказанных параметров и относительное однообразие химического состава дают нам возможность предположить общий генезис нефтей и единый источник образования и формирования их залежей.

Таблица 3

Распределение изопреноидных углеводородов

№ скважин	Глубина, м	Горизонт	Уд. Вес	Биомаркеры			Нормальные стераны			Индекс Олеана	Ts Tm
				Pr/Ph	Pr/ n C_{19}	Ph/n C_{20}	C_{27}	C_{28}	C_{29}		
Кюровдаг											
1008	258-263	Ср. плиоц.	0,885	1,71	0,89	0,45	30,1	34,8	35,2	0,12	0.98
958	834-851	Ср. плиоц.	0,881	1,63	2,54	1,21	34,7	32,2	32,9	0,08	1,26
934	2020-2030	1	0,887	1,54	0,87	0,64	35,1	33,1	31,8	0,1	0,75
148	2238 2278	Акчагыл	0,880	1,19	0,61	0,31	32,1	32,9	35,0	0,11	1,14
889	2769-2790	7	0,902	1,40	4,32	2,79	33,4	34,9	31,6	0,31	0,93
1263	2919 2936	10	0,877	1,38	0,85	0,64	41,9	20,7	37,3	0,06	0,92
Кюрсанги											
340	2961-3001	3	0,985	1,44	2,37	1,9	33,8	31,9	34,3	0,09	0,81
394	3483-3548	6	0,906	1,45	1,49	1,21	33,1	32,8	34,1	0,08	0,74
389	3604-3622	5	0,955	1,47	0,97	0,87	35,3	31,0	33,7	0,09	0,66
651	3827-3833	8	0,929	1,54	0,93	0,75	36,7	31,0	32,3	0,06	0,62
401	4119-4135	10	0,947	1,28	0,9	0,7	34,3	30,1	35,7	0,05	0,95
4	4884-4924	Ср. плиоц.	0,903	1,38	2,04	1,73	35,3	29,2	35,5	0,06	0,85
Гарабаглы											
166	2593-2637	Н.Абшерон	0,904	1,46	1,94	1,53	36,2	31,8	32,0	0,1	0,68
179	2782-2767	1	0,957	1,53	1,84	1,45	34,6	33,2	32,1	0,08	0,62
144	2784-2797	2	0,868	1,51	0,91	0,67	34,4	33,2	32,4	0,1	0,73
302	2914-2957	4	0,970	1,5	0,88	0,64	34,3	34,4	31,2	0,1	0,73
25	3066-3099	3	0,923	1,48	1,88	1,52	34,8	33,2	31,9	0,09	0,65
409	3338-3343	5	0,893	1,43	1,2	1,01	34,6	32,7	32,7	0,09	0,63
87	3342-3392	8	0,973	1,48	0,83	0,61	34,1	33,7	32,2	0,08	0,64
183	3438-3460	4	0,957	1,49	0,91	0,7	34,0	33,3	32,7	0,1	0,61
Мишовдаг											
476	1095-1260	2	0,886	1,61	1,87	1,38	32,0	35,0	32,9	0,1	0,79
276	1176-1203	Акчагыл	0,915	1,67	0,9	0,6	32,2	34,5	33,3	0,11	0,87
2	1351-1405	1	0,894	1,68	1,74	1,25	32,7	34,0	33,3	0,1	0,76
545	1522-1562	3	0,942	1,59	2,25	1,70	32,4	35,4	32,2	0,1	0,76
438	1727-1750	4	0,894	1,61	1,84	1,49	30,8	34,9	34,2	0,1	0,81

ВЫВОДЫ

1.Наблюдается общность в изменении геохимических показателей исследованных нефтей по месторождениям.

2. Обнаруживаемое сходство между каждым из геохимических показателей (концентрационные ряды микроэлементов, отношение пристан/фитан, индекс Олеана, отношение T_s/T_m) и однообразие химического состава нефтей свидетельствуют об общности геохимических условий формирования нефтей изученных месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

АЛИЕВ, Ад.А. 1985. О распределении нормальных алканов нефтей Восточного и Западного бортов впадины Южного Каспия. В кн.: *Резюме докладов XI Международной научной конференции по геохимическим и физико-химическим проблемам при разведке и добыче нефти «Петрогеохим» - 1985.* Изд. Института нефти и газа. Краков (ПНР).

АЛИЕВ, Г-М. А., АЛИЕВ, Ад.А., ФЕЙЗУЛЛАЕВ, А.А., ГУЛИЕВ, И.С., ГУСЕЙНОВ, Д.А. 1998. Геохимический атлас нефтей Азербайджана. Фонды ИГАНА.

БАБАЕВ, Ф.Р. 1979. Микроэлементы нефтей месторождений Нефтечала и Хиллы. *ДАН Азерб. СССР*, 35, 9, 67-69.

БАГИР-ЗАДЕ, Ф.М., БАБАЕВ, Ф.Р. 1989 Изопреноидные углеводороды и порфирины нефтей морских месторождений Азербайджана. *Геология нефти и газа*, 5, 43-45.

© А.Н.Гаджиев, У.А.Багирова, 2009

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЮЖНО-КАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ В СВЕТЕ НОВЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

А.Н.Гаджиев, У.А.Багирова

Управление Разведочной Геофизики ГНКАР
AZ1040, Баку, ул. Ю.Алиева, 10

Южно-Каспийская впадина (ЮКВ) является уникальной тектонической структурой в системе Средиземноморского альпийского геосинклинального пояса.

По новым сейсмическим материалам земная кора ЮКВ представлена двухслойными динамически выраженными сейсмическими горизонтами и состоит из мощной (до 35 км) толщи осадочного чехла, гранитного и базальтового слоев (Vг = 6.3-6.8 км/с) мощностью 5-9 км.

В конце орогенного периода зоны Беньофа, как и в начале их развития, приобрели близкое к вертикальному положение, которое и фиксируется на современных глубоких сейсмических профилях. Условия сжатия вдоль некоторых из них сменились условиями растяжения.

Поверхность фундамента (25-22 км) выделяется в виде высоко-амплитудной группы прерывистых субпараллельных сейсмических отражений, ниже 14-18 сек. выделяется полоса скопления очень слабых низкочастотных и прерывистых осей симфазности.

Основание, на котором покоится обширная осадочная толща плато, не может быть ни типично океаническим, ни континентальным и должно относиться к типу, характерному именно для района континентальной окраины, так как в противном случае должны были бы существовать интенсивные гравитационные аномалии.

Южно-Каспийская впадина (ЮКВ) является уникальной тектонической структурой, выполненной мощной толщей (до 35 км) осадочных образований в системе Средиземноморского альпийского геосинклинального пояса.

Подошва залегания осадочного выполнения и, соответственно, кровли консолидированной коры достигает 35 км. Примечателен тот факт, что значительная доля разреза чехла – более 11 км – приходится на плиоцен-четвертичные отложения, в основном на нижнеплиоценовую толщу, являющуюся продуктом дельтовых выносов древних Волги, Куры и Амударьи. Далее отмечается развитие миоцен-олигоценовых отложений мощностью 500-1000 м на глубинах 11-9 км. Особого внимания заслуживает мощное развитие грязевого вулканизма. Ко всему этому надо добавить, что консолидированная кора ЮКВ в кровле характеризуется сейсмическими скоростями, свойственными обычно лишь для нижнего слоя континентальной коры, что заставляет относить ее к субокеаническому типу.

По новым сейсмическим материалам земная кора ЮКВ представлена двухслойными динамически выраженными сейсмическими горизонтами и состоит из мощной (до 35 км) толщи осадочного чехла, гранитного и базальтового слоев (Vг= 6,3-6,8 км/с) мощностью 5-9 км (рис.1,2).

В осадочной толще на глубинах 8-12 км выявлена преломляющая граница с сейсмической скоростью 4.8 км/с (рис.3,4).

В низах консолидированной коры скорости доходят до 6,8-7,9 км/с, что характерно для метаморфических пород.

Можно допустить, что на границе Южно-Каспийского геосинклинального прогиба и Закавказского массива существовала самостоятельная зона Беньофа, более круто наклоненная под массив.

В конце орогенного периода зоны Беньофа приобрели, как и в начале их развития, близкое к вертикальному положение, которое и фиксируется на современных глубоких сейсмических профилях, а условия сжатия вдоль некоторых из них сменились условиями растяжения.

Офиолитовый пояс Передового хребта и южной части Предкавказской платформы на востоке выходит за пределы горного сооружения Большого Кавказа и скрывается под мощным чехлом мезозоя и кайнозоя Передового прогиба. По данным гравимагнитометрических исследований по всей акватории

Каспийского моря возможно проследить этот пояс далеко на восток через Каспийское море к периферии Карабогазского массива. На море в пределах этого пояса магнитоактивные тела находятся на глубинах 8-10 км.

Поверхность фундамента (25-22 км) выделяется в виде высоко-амплитудной группы прерывистых субпараллельных сейсмических отражений, ниже 14-18 сек. выделяется полоса скопления очень слабых низкочастотных и прерывистых осей синфазности (рис. 1,2).

По мнению В.Е.Хаина, временем формирования ЮКВ можно считать начало накопления майкопской серии, поскольку основные "корни" грязевых вулканов Южного Каспия и прилегающей с запада суши Азербайджана лежат преимущественно в ее пределах.

Однако по имеющимся сейсмическим материалам трудно согласиться с этим мнением, ибо глубинные сквозные разломы доходят до фундамента. Необходимо отметить, что между осадочной толщей и фундаментом, возможно, имеется горизонтальное смещение. Альпийский этап развития Кавказского Гималайского пояса начался с позднеюрской эпохи орогенеза. В это время на всей площади региона, за исключением ветви Неотетиса, протягивающейся через центральную часть Малого Кавказа (Акеринская офиолитовая зона) ЮКВ является ее реликтом. Этот бассейн уходил на юге в Иран к югу от Эльбурса, и, по-существу, лежавшая от него к северу область суши, распространялась на всю территорию, включавшую Южный Каспий. Палеозойские платформенные отложения развиты на севере Ирана в районе Сефидруд, расположены на северном склоне хребта Эльбурс, обращенном к Каспийской впадине (Шихалибейли, 1960).

Возраст гранитов, определенный в различных организациях, колеблется от 250 до 340 млн.лет.

В предгорьях Каспийского моря породы метаморфического фундамента перекрыты непосредственно более молодыми платформенными палеозойскими и мезозойскими слоями.

В акватории Каспийского моря по данным сейсморазведки выявлен массив А.Н.Гаджиева палеозой-мезозойского возраста, являющийся, очевидно, морским продолжением Сефидрудского палеозойского массива, где отмечается широтное простирание изолинии по поверхности консолидированной коры и четко наблюдается наличие осложняющих ее разломов. В сторону массива происходит уменьшение мощности плиоценовых отложений. Ниже этой поверхности наблюдается хаотическая сейсмическая запись. Возможно, в раннеплиоценовое время данный массив возвышался над уровнем моря и подвергался размыву и денудации. От Сефидруда до Карабогаза через структуры Ататюрк-Алов протягивается гравитационная максимальная зона, которая сопровождается глубинным разломом. Данный разлом пересекает ЮКВ в диагональном сечении. В противоположном направлении протягивается разлом вдоль Яваныдаг-Сангачальского максимума силы тяжести. Наиболее крупные из разломов – Сефидруд-Карабогазский, Яваныдаг-Сангачальский и Предэльбурсский – соответствуют по данным геофизики дорифейским разломам, уходящим корнями в область глубинных слоев земной коры.

Северная вулканогенная дуга прослеживается от Черного моря до Каспия, которого она достигает в районе Алят. Обломки среднеюрских порфиритов и верхнеюрских рифовых известняков встречаются не только в выбросах грязевых вулканов Алятской гряды, но и в сопочной брекчии грязевулканических островов, расположенных в море на продолжении этой гряды.

Другой позднеюрский барьерный риф ограничивал Большекавказский бассейн с севера. На востоке он также достигал Каспийского моря, где его останцем, возможно, в форме крупного олистолита клиппа, является утес Бешбармак, возвышающийся над берегом Каспийского моря, а в море на продолжении этой структуры расположена цепочка мелких скалистых островов, в частности б.Абшеронская, Ики гардаш, а также подводных банок. По данным сейсморазведки в целом в акватории Северного Абшерона выявлены рифы мелового и юрского возраста. В середине акватории прослежены барьерные погребенные рифы, названные Гаджиевым "Абшеронская кордильера", протяженностью в 10 км. Над рифом залегают плиоцен-четвертичные отложения мощностью порядка 2000 м. В северном направлении в сторону Скифско-Туранской плиты, ограниченной с юга Предкавказско-Туркменбашинским разломом, происходит уменьшение мощности мезозойских отложений. Здесь отмечены также рифы юрского возраста.

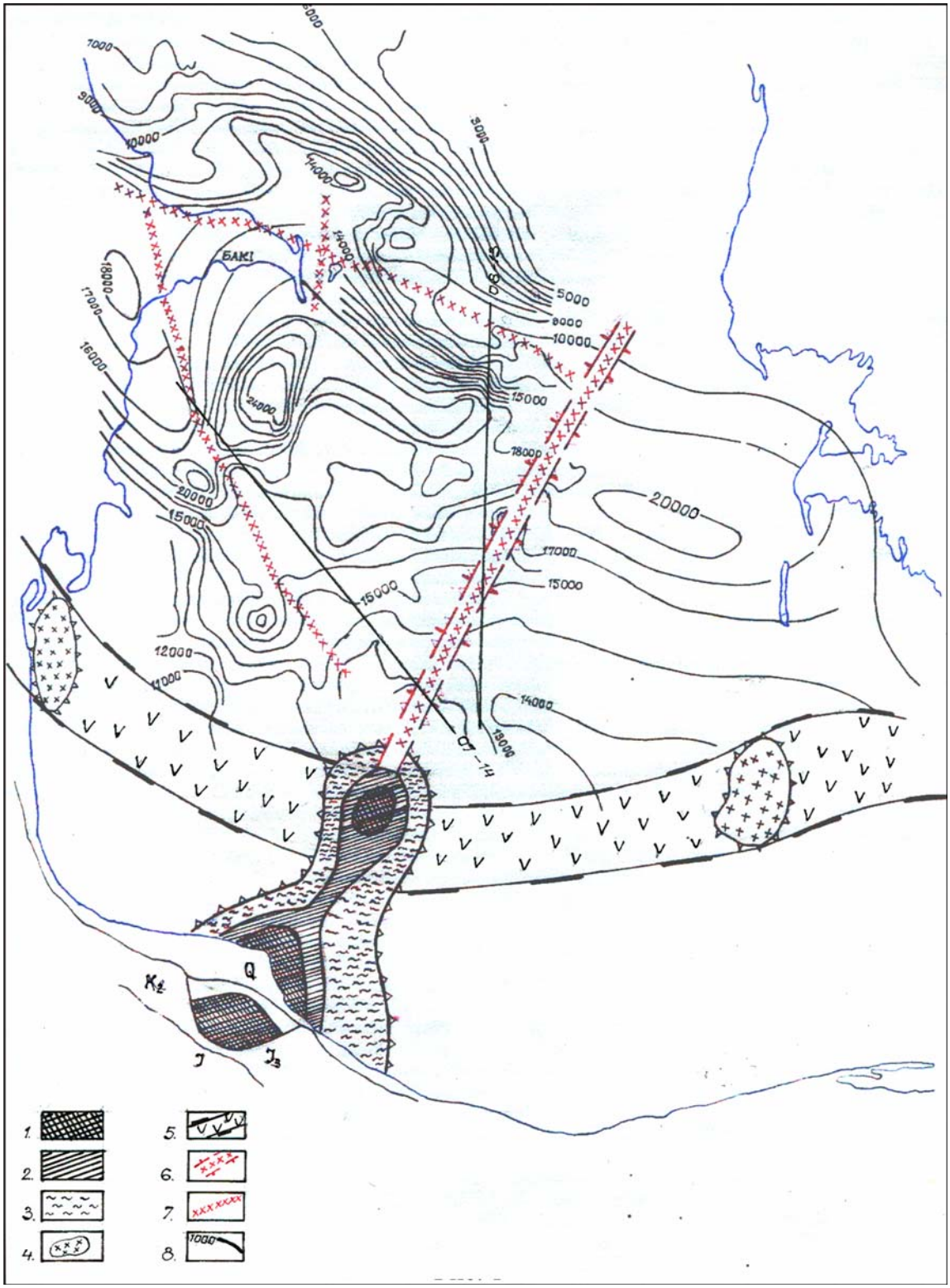


Рис.1. Структурная схема Южно-Каспийской впадины по гранитному слою

1 – Выходы на дневной поверхности палеозойских образований; 2 – шельфовые участки; 3 – мелководье; 4 – магнитные аномалии; 5 – зона распространения мезозойских магматитов; 6 – глубинные разломы, рассекающие базальтовые слои; 7 – глубинные разломы в мезокайнозойских слоях; 8 – изогипсы сейсмического горизонта, приуроченного к гранитному слою

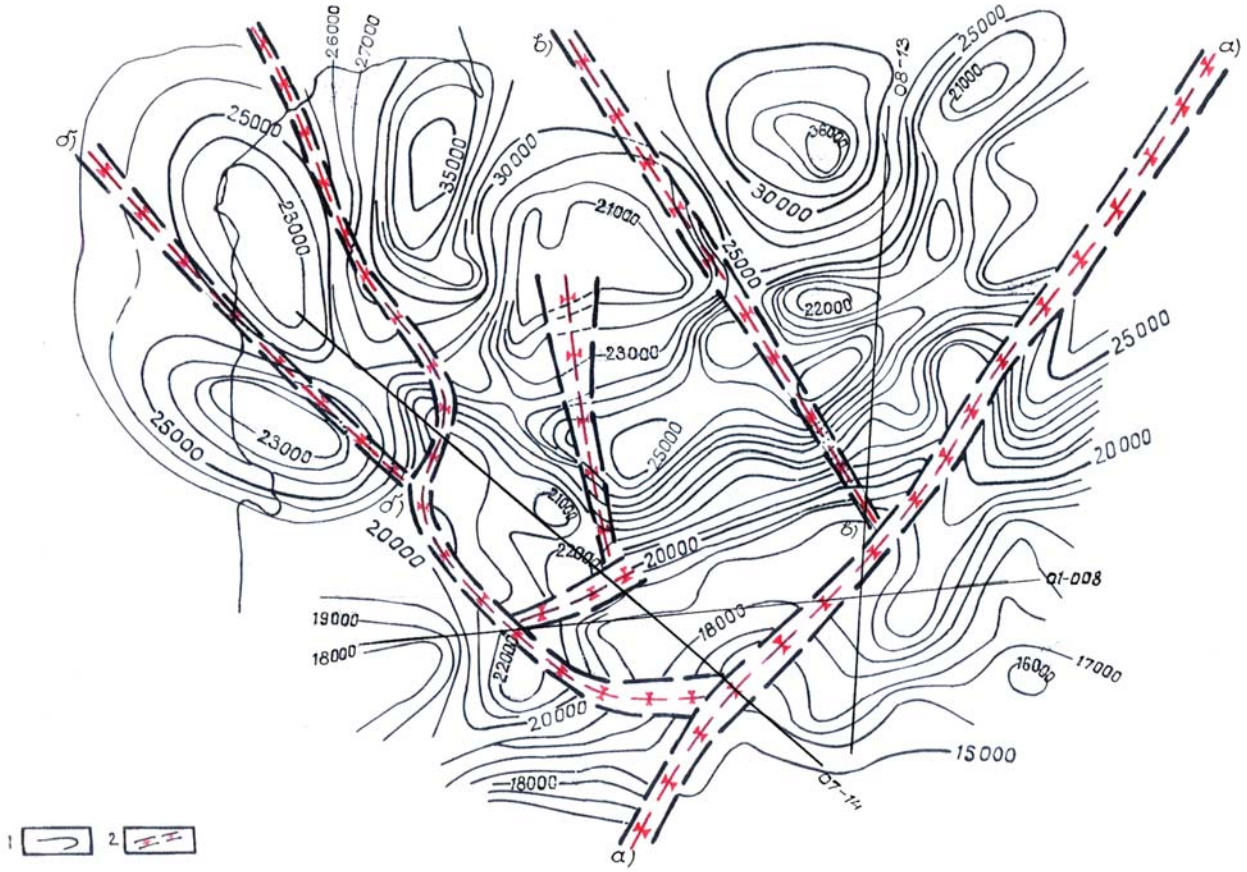


Рис. 2. Структурная схема Южно-Каспийской впадины по поверхности базальтового слоя

1.Изогипсы сейсмического горизонта, приуроченного к базальтовому слою.
2.Глубинные разломы
а) Сефидруд-Карабогазский
б) Яваныдаг-Сангачальский
в) Абшероно-Прибалханский

Абшеронский порог является современной, вероятно, возникшей в конце миоцена зоной псевдосубдукции Южно-Каспийской микроплиты под Евроазийскую литосферную плиту (Хаин и др., 2007).

Черносланцевая формация в Большекавказском бассейне уже в поздней юре сменилась флишевой, а в конце юры и раннем мелу в его северном борту появились мощные олистостроны из продуктов размыва позднеюрского барьерного рифа. Флишевая формация в акватории Каспийского моря также вскрыта в скважинах Гилавар, Хазри. Здесь она замещается по простиранию мелководно-морскими карбонатно-терригенными отложениями. Это, очевидно, свидетельствует об обмелении бассейна в восточном направлении (Вольвовский, Шлезингер,1975; Маловицкий, 1968).

К бассейнам континентального склона пассивных окраин моря приурочены крупные углеводородные ресурсы. Эти бассейны начали свою эволюцию в составе континентальной рифтовой системы, которая после раскола и раздвижения морского дна превратилась в пассивные окраины.

Процессы континентального рифтинга в пределах Большекавказского бассейна проявились раньше и развернулись в полной мере в позднем триасе – ранней юре. К этому времени относится мощная вспышка базальтового вулканизма, охватившая значительную площадь ЮКВ (рис.5).

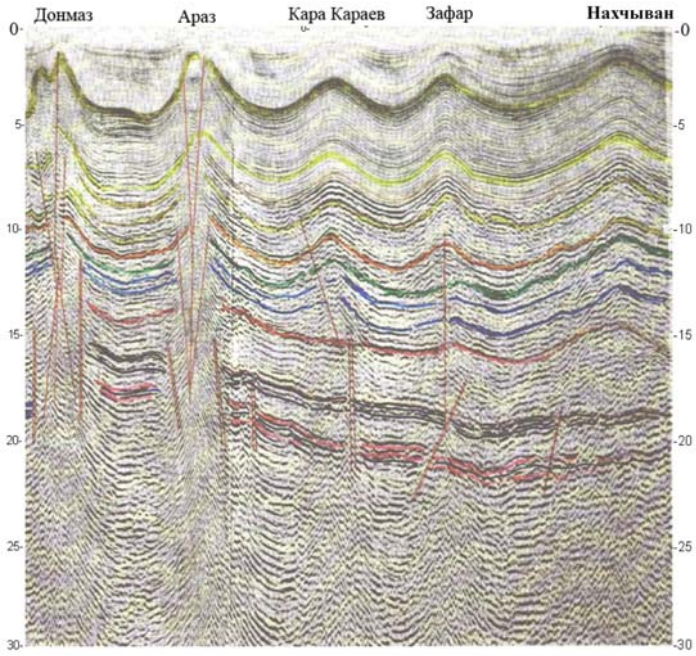


Рис. 3. Временной разрез сейсмического профиля по линии Омар Хаййам –Нахчыван

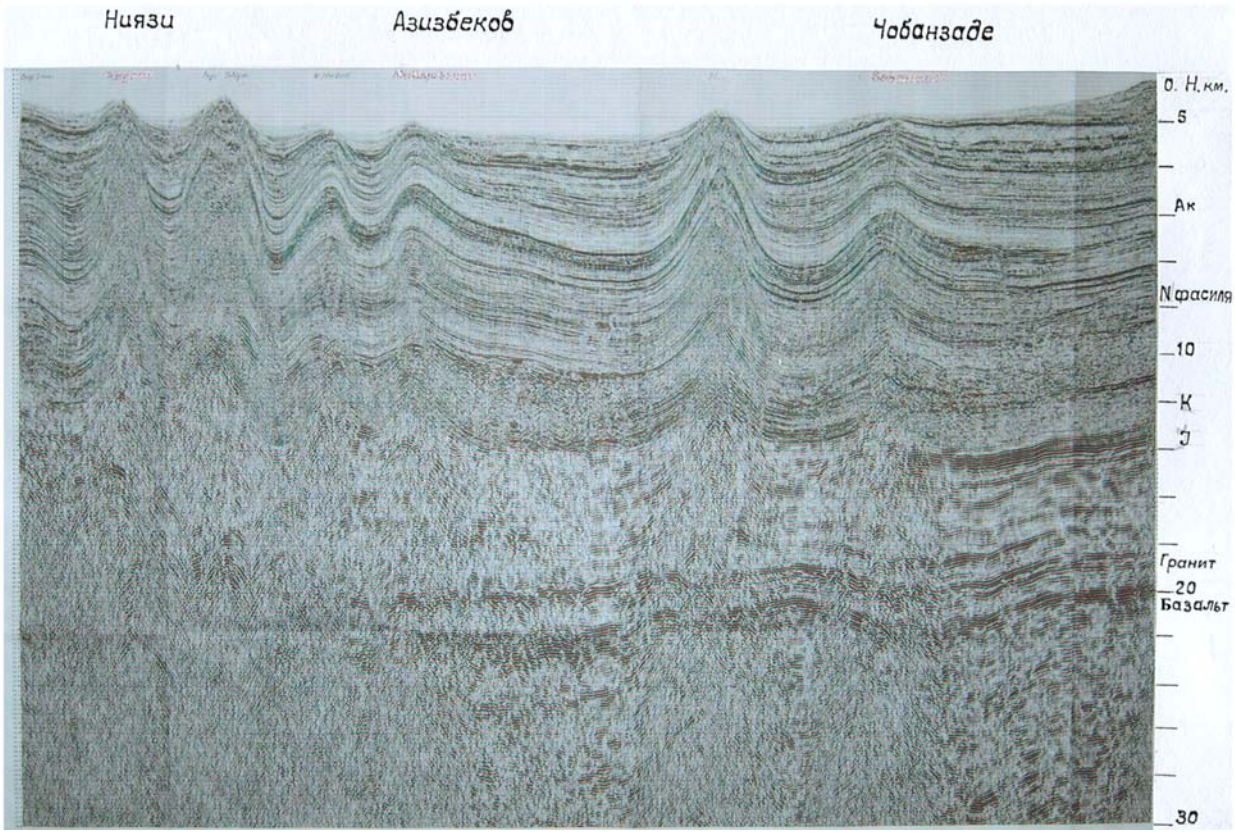


Рис. 4. Временной разрез сейсмического профиля по линии Шарги Ширван – Чобанзаде

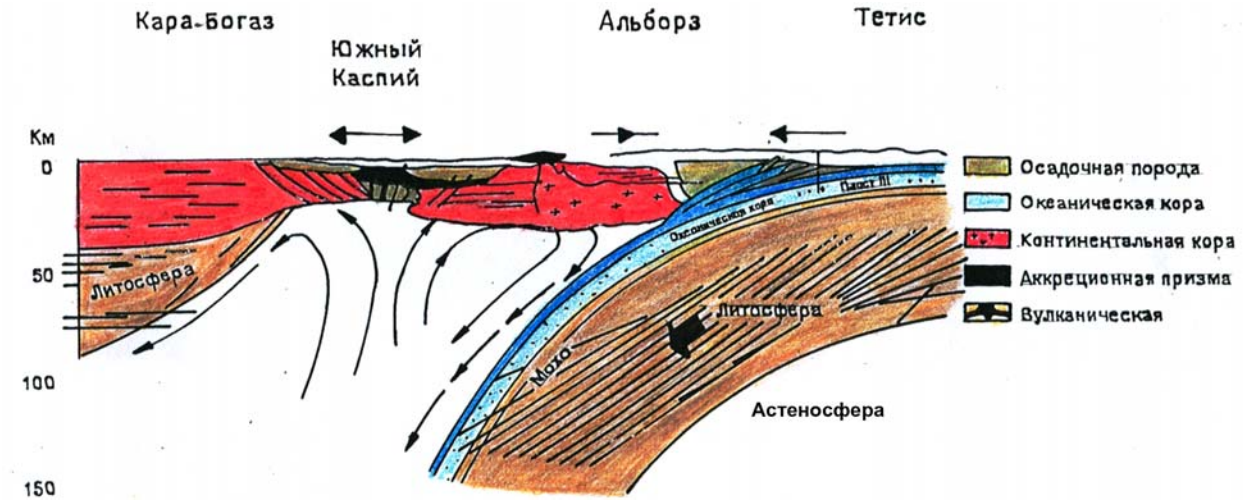


Рис. 5. Модель эволюции литосферы Южно-Каспийской мегавпадины и окружающей территории. Коллизионные, спрединговые зоны и направления перемещений.

Выясняется, что в среднем палеозое осевая зона Тетиса проходила через современный северный склон Большого Кавказа и Среднего Каспия, в позднем палеозое она переместилась в полосу южного склона Большого Кавказа, а в юре – в центральную зону Малого Кавказа и Южно-Каспийскую впадину.

В конце орогенного периода зоны разломов приобрели, как и в начале их развития, простирание, близкое к вертикальному, которое фиксируется на современных глубоких сейсмических профилях, а условия сжатия вдоль некоторых из них сменились условиями растяжения (Мурзагалиев,1998).

Наличие офиолитов Малого Кавказа и Эльбурсской складчатой зоны, окаймляющей с юга Каспийское море в качестве реликтов океанской литосферы, а также мезозойских вулканов базальт-андезит-риолитовой серии в Куринской депрессии привело к трансформации существующих представлений о тектонических процессах формирования структур и крупных геоструктурных элементов Кавказа и Каспийского региона (Штеклин, 1979).

За последние годы в результате выполненных сейсморазведочных исследований в Южно-Каспийском бассейне было отмечено значительное число субвертикальных зон потерь сейсмической информации, интерпретируемых как глубинные разломы, сопровождаемые грязевыми вулканами, обильно выделяющими газ, воду, нефть и брекчию.

Приуроченная к Каспийско-Персидской нефтегазоносной зоне ЮКВ сформировалась в процессе наложения структуры Кавказской ветви на вышеуказанную зону (Хаин, 1988). ЮКВ является не только самой молодой впадиной в этой системе, но и наиболее прогнутой ее частью, испытавшей длительное воздымание на палеозойском этапе формирования региона и прогибания на кайнозойском, особенно в плиоценовой стадии.

Известная своими крупнейшими запасами нефти и газа ЮКВ возникла в средней юре. В своей центральной части, подстилаемой субокеанической корой, она имеет глубины более 35 тыс.м. Область с субокеанической корой окаймляется широкими, особенно на северо-западе, зонами коры переходного типа, утоненной и переработанной континентальной корой.

В процессе формирования ЮКВ наряду с субмеридиональными (древними) разломами принимают участие также альпийские субширотные разломы, способствовавшие блоковому строению субстрата ЮКВ с образованием западного (Бакинский архипелаг, глубоководная впадина Каспия), восточного (Туркменская акватория) и южного (Предэльбурская зона) блоков.

В настоящее время вся акватория Каспия и прилегающие территории суши в Азербайджане покрыты густой сетью разведочных сесмических профилей. Региональные профили обеспечивают достаточное пространство

для интерпретации и реконструкции основных черт развития осадочных бассейнов региона. Непрерывная сейсмическая информация особенно ценна при исследованиях больших глубин в акваториях Каспия, где данные бурения имеются в ограниченном объёме либо вовсе отсутствуют.

Информативные материалы метода общей глубинной точки (ОГТ) с большой временной разверткой (более 12-15 сек.) дают прямую и объективную информацию о структуре и глубине консолидированной коры под ЮКВ. На временных разрезах с 20-секундной разверткой, отработанных по программе "Каспиансейс", освещен разрез до глубин 24-35 км.

На сейсморазрезах на глубинах 24-35 км выделяются горизонты субпараллельных прерывистых отражений, интерпретируемые, как граница кристаллического фундамента – поверхность пермотриасовых отложений. На составленной структурной карте довольно четко отмечается обширный прогиб (24 км), расположенный к югу от Абшероно-Прибалханской зоны поднятия. Здесь четко наблюдается юго-восточное продолжение Дибрарского максимального выступа, осложняющего восточный борт Северо-Абшеронского прогиба. Здесь вырисовывается прогиб с глубиной 15000 м, тянущийся от Бешбармака до меридиана Гюнешли, где в северо-восточном направлении происходит воздымание гранитного слоя до 3000-4000 м.

В восточном и южном направлениях наблюдается понижение глубины до 25-11 км. Структурная карта, составленная по сейсмическому горизонту, приуроченному к базальтовому слою в целом отображает Южно-Каспийскую плиту, состоящую из отдельных тектонических блоков разграниченных глубинными разломами. Главными разломами являются Сефидруд-Карабогазский и Яванырдаг-Сангачальский с амплитудой перемещения порядка 1000 м. Наибольшая глубина погружения базальтового слоя доходит до 35000 и 36000 м в районе Шах-дениз и Азери-Кяпаз. В целом глубина залегания базальтового горизонта в ЮКВ составляет порядка 35000-20000 м.

Кристаллический фундамент в пределах Каспия имеет блоковую или складчато-глыбовую структуру и является гетерогенным. Различные по размерам блоки фундамента ограничены разновозрастными разломами. Блоковая структура фундамента морфологически выражается в виде обширных выступов-горстов, ступеней и грабен-прогибов.

Абшеронский полуостров полностью входит в состав ЮКВ. Далее на юго-западе на гипсометрическом уровне 18 км обособляется Гобустанский прогиб относительно больших размеров. Глубина залегания консолидированной коры здесь составляет порядка 17-19 км. К сожалению, в последнее время не были учтены закономерности происходивших процессов и их влияние на изменения геологического разреза и изучение глубинного строения в современном геодинамическом аспекте. Вместе с тем при обосновании результатов комплексной интерпретации геофизических материалов существенную роль с научно-экспериментальной точки зрения сыграли данные по сверхглубокой скважине на площади Саатлы. Наиболее интересным оказалось определение петрофизических свойств и возраста пород в интервале глубин 6554-6556 м. Вскрытие здесь под более 3000 метровыми отложениями вулканогеногенного происхождения пород среднеюрского возраста (согласно микрофауне) вызвало ряд дискуссионных вопросов. В результате радиологических исследований было установлено, что в интервале 7000-8200 м породы среднеюрского возраста состоят из дайкообразных интрузий. Кроме того, в разрезе на глубине 8200 м были обнаружены породы мезокайнозойского возраста осадочного и вулканогенного происхождения.

Далее в южном направлении происходит воздымание этой границы до отметки 11 км. На сейсмических разрезах уверенно выделяется высокоамплитудная секция субпараллельных отражений соответствующей двухслойной гранито-базальтовой толщи.

Для научного обоснования всеобщего признания трактовки геодинамических процессов на ранних стадиях развития ЮКВ помимо косвенных геолого-геофизических данных необходимы наиболее вероятные данные о структуре поверхности фундамента и гранито-базальтовых толщ осадочного чехла.

На сейсмических разрезах ЮКВ поверхность фундамента гранито-базальтовой толщи имеют досточно четкое морфологическое выражение. Наклонные блоки фундамента в виде ступеней опускаются по разломам в сторону глубоководного бассейна. В результате получен уникальный объективный материал, анализ которого в комплексе с имеющимися сведениями по прилегающим районам суши позволил расшифровать структуру осадочного чехла и с достаточной степенью надежности восстановить историю его развития.

Сейсмические профили позволяют использовать широкое пространство для интерпретации и познавать палеотектоническую обстановку основных типов осадочных бассейнов Каспийского региона.

В результате анализа геолого-геофизических материалов с использованием сейсмостратиграфических приемов составлены поэтапные палеотектонические карты для каждой области, приуроченные к Каспийскому ареалу прогибания, являющемуся одной из глобальных тектоно-седиментационных структур земной коры.

В целом мощность гранитного слоя меняется от 5-6 км на севере до 1-2 км на юге Каспийского моря.

Таким образом, геодинамика формирования впадины связана с историей становления океанов Палео-, Мезо- и Нео-Тетиса, создавших структуру бассейна (Мурзагалиев, 1998).

Осадочный чехол ЮКВ мощностью 25-35 км включает все нефтегазоносные зоны региона, отличающиеся стратиграфическим разнообразием, палеогеографической обстановкой, условиями седиментации, термобарическим режимом, в комплексе обуславливающими потенциал нефтегазоносности.

Прибортовое обрамление характеризуется развитием сильно дислоцированных структур, осложненных многочисленными дизъюнктивными нарушениями, диапиризмом и грязевыми вулканами.

Грязевулканизм, развитый в пределах Шамаха-Гобустанской области и ЮКВ, является одним из показателей проявления относительно интенсивных сжимающих направлений.

Обильные прослои брекчий в верхнеплиоценовых осадках Южно-Каспийской впадины, связанные с активной деятельностью грязевых вулканов, говорят о том, что ЮКВ была вовлечена в интенсивные тектонические движения в верхнем плиоцене – антропогене.

Абшероно-Прибалханская зона имеет инверсионный характер и выделяется, с одной стороны, как глубокий прогиб консолидированного основания, а с другой – как интенсивная высокоамплитудная (до 1,0-3,0 км) зона поднятий миоцен-плиоценового комплекса.

На многочисленных региональных сейсмических профилях выявлены крупные вертикально ориентированные конусообразно вытянутые зоны, пронизывающие всю толщу коры впадины. Корни этих зон приурочены к основанию "базальтового" слоя коры ЮКВ.

Консолидированность коры характеризуется утоненным «гранитным» (до 2-6 км) и более мощным «базальтовым» слоями, сильно измененными в процессе флюидно-термального воздействия с глубины.

Таким образом, синхронность в формировании комплексов осадочного чехла и флюидно-динамичных систем наблюдается с раннего мезозоя, соответствуя началу альпийского тектогенеза на Кавказе.

Современные идеи о заложении геосинклинальных прогибов на субокеанической коре и о связи их дальнейшего развития с активностью сверхглубинных наклонных разломов позволяют лучше понять и интерпретировать тектоно-магматическую эволюцию Кавказа и прилегающей акватории Каспия. На примере Кавказа с достаточной определенностью устанавливается новообразование трогов с корой субокеанического типа в результате раздробления и раздвига ранее существовавшей континентальной коры.

Изучая магнитные аномалии Южного Каспия, отметим, что они сосредоточены в основном в западной части бассейна. Эта область частично совпадает с гравитационным минимумом, где консолидированная кора характеризуется малой толщиной (3-5 км) и максимальной прогнутостью. Магнитное поле здесь отличается причудливой и изоморфной формой изолинии с некоторыми ответвлениями. На юге ЮКВ в районе устья р.Куры отмечается магнитная аномалия, возможно, обусловленная внедрением магнитоактивных образований. Глубина за-

легания этих тел – 7-9 км. По-видимому, именно в этой области происходили раздробление, изостатическое опускание блоков коры и формирование одного из будущих рифтогенных эмбрионов.

Проведенные исследования и анализы показывают, что палеогеографические и палеотектонические условия осадочных бассейнов Каспийского моря и прилегающей суши постоянно менялись во времени и в пространстве. Процессы осадконакопления, изменение петрофизических и литологических характеристик пород по региону были проанализированы с точки зрения вертикальных и более сложных тектонических движений.

В пределах Каспийского региона наблюдается достаточно хорошее соответствие отрицательных изостатических гравитационных аномалий областям прогибания, а положительных – областям поднятий.

Наличие интенсивных гравитационных изостатических аномалий в Среднем и Южном Каспии и на обрамляющей их суше указывает на повышенную тектоническую активность региона в новейшее время.

Анализ материалов сейсморазведки МОГТ позволил уточнить современный структурный план ЮКВ, а также определить взаимоотношение основных тектонических элементов Предкавказья и Закаспия. Установлена неизвестная ранее транскаспийская зона поперечных поднятий. Выявлено, что в истории формирования осадочного чехла территории выделяются два принципиально отличных этапа: первый (доолигоценовый), когда в тектонически спокойной обстановке происходило накопление платформенных формаций, и второй (начиная с олигоцена и по настоящее время), отличающийся чрезвычайной сложностью геологического развития. На втором этапе широко развивалось некомпенсированное прогибание, и, как следствие, появились глубоководные “депрессии”, заполненные в той или иной степени продуктами разрушения горно-складчатых сооружений Большого Кавказа. При формировании осадочных образований плиоценовой толщи большую роль сыграли реки Волга, Кура и Амударья.

Крупные геоструктуры и их специфические морфоэлементы Южно-Каспийского осадочного бассейна (ОБ) в последние годы исследуются проведением последовательного сейсмостратиграфического и геодинамического анализа по материалам сейсморазведки методом ОГТ. Сейсмические временные разрезы метода ОГТ дают информацию о структуре осадочных бассейнов. В них хорошо отображаются элементы ″палеобассейнов″ в погребённом виде или некоторые их ″следы″. По ним можно устанавливать тип осадочных бассейнов, существовавших на различных этапах эволюции литосферы. Южно-Каспийский ОБ характеризуется структурой, набором формаций и характерным сочетанием седиментационных комплексов, специфическими типами нефтематеринских пород.

По поводу деструкции, раздробления и глубокого погружения коры существует идея о переработке “гранитного” и эклогитизации “базальтового” слоев (Яншин и др., 1977).

Основание, на котором покоится обширная осадочная толща плато, не может быть ни типично океаническим, ни континентальным, но должно относиться к типу, характерному именно для района континентальной окраины, так как в противном случае должны были бы существовать интенсивные гравитационные аномалии.

Таким образом, ЮКВ была, вероятно, сформирована в результате проявления разломных зон двух направлений – широтного и меридионального. Возможно, сочетание этих зон обусловило столь глубокое погружение этой впадины. Вероятно, ЮКВ была сформирована в результате проявления связанных с рифтингом растяжений и погружений в трёх направлениях – субширотном, широтном и антикавказском, создавших тройное сочленение региональных тектонических блоков. Возможно, это сочетание могло обусловить столь глубокое погружение этой впадины.

ЛИТЕРАТУРА

ВОЛЬВОВСКИЙ, И.С., ШЛЕЗИНГЕР, А.Е. 1975. Положение Черноморской и Южно-Каспийской впадин в структуре земной коры. В кн.: *Земная кора окраин материков и внутренних морей*. Наука, Москва.

ГАДЖИЕВ, А.Н. 1980. Глубинное строение Южного прибрежья Абшеронского полуострова и направле-

ние поисково-разведочных работ. *Азерб.нефтяное хозяйство*, 11.

МАЛОВИЦКИЙ, Я.П. 1968. История геотектонического развития впадины Каспийского моря. *Изв. АН СССР, сер.геол.,* 10.

МУРЗАГАЛИЕВ, А.М. 1998. Геодинамика Каспийского региона и ее отражение в геофизических полях. *Геология нефти и газа*, 2, 10-15.

ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА к Международной тектонической карте Каспийского моря и его обрамления. 2003. Москва, 118

ХАИН, В.Е. 1988. Баренцово-Каспийский пояс нефтегазоносности – один из крупнейших в мире. В кн.: *Геология, резведка и разработка нефтегазовых местрождений.* Москва, 4-8.

ХАИН, В.Е., ПОЛЯКОВА, И.Д. 2004. Геодинамические предпосылки нефтегазоносности континентальных склонов глубоководных впадин. *Геология и геофизика*, 45, 1, 5-14.

ШИХАЛИБЕЙЛИ, Э.Ш. 1960. К вопросу о глубинном строении впадины Южного Каспия и окружающих областей. Докл.сов.геол. на Международном геол.конгр., XXI сессия. Изд. АН СССР. Москва.

ШТЕКЛИН, Й. 1979. Древняя континентальная кора в Иране. В кн.: *Геология континентальных окраин*, 3, Мир, Москва.

ЯНШИН, А.Л., АРТЮШКОВ, Е.В., ШЛЕЗИНГЕР, А.Е. 1977. Основные типы крупных структур литосферных плит и возможные механизмы их образования. *ДАН СССР, геология*, 5.

© А.Д.Исмаил-Заде, 2009

БИПОЛЯРНАЯ СОПРЯЖЕННОСТЬ ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИХ И ОФИОЛИТОВЫХ ПОЯСОВ НА КАВКАЗЕ

А.Д.Исмаил-Заде

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

В геологическом строении структурных зон Большого и Малого Кавказа устанавливается биполярность и сопряженность в размещении мезозойских и кайнозойских вулкано-плутонических (ВПП) и разновозрастных офиолитовых поясов, отражающая их причастность к сутурным зонам океанов Палеотетиса и Мезотетиса. Рассмотрены общность и различия в проявлении Mz и Kz ВПП. Предполагается наличие неизвестной на Малом Кавказе южной ветви палеозойской аллохтонной пластины Палеотетиса, северная ветвь которой широко распространена почти во всех структурах Большого Кавказа. Присутствие последней обосновывается геологическими, петрологическими, геофизическими и геодинамическими данными в пределах Закавказской микроплиты под мезозойской вулканогенной толщей. Выявлена существенная роль обдукционных процессов на коллизионной стадии формирования Кавказа. Рассмотрена специфика островодужных комплексов, формировавшихся в процессе обдукции океанической коры на континентальную окраину.

Введение. Многолетние исследования выходов офиолитовых пород среди альпийских вулканогенных и вулканогенно-осадочных комплексов на Кавказе позволили выделить для данной складчатой системы нечетко проявленные офиолитовые пояса, соответствующие альпинотипным гипербазитам Средиземноморского пояса. Они установлены в структурно-формационных зонах Большого Кавказа, Куринской впадины и Малого Кавказа (рис. 1). Как правило, они интенсивно дислоцированы, метаморфизованы и представлены в виде тектонизированных зон серпентинитового меланжа. Неоднократная подверженность тектоническим процессам способствовала раздроблению этих поясов на блоки, различно участвовавшие в последующих покровно-надвиговых перемещениях, и изменению соотношения составляющих их комплексов, однако с сохранением набора, представительного для офиолитового пояса.

Геология. На Большом Кавказе альпинотипные гипербазиты распространены в виде крупных массивов, цепочечно вытянутых в северо-западном направлении. Они преимущественно развиты на Передовом хребте – Тхачский, Кизильчухский, Мало-Кяфарский, в Бечасынской зоне – Беденский, Малкинский, менее в зоне Главного хребта – по рр. Дамхури, Мамхури, Санчаро, на южном склоне в виде небольших тел – вдоль рр. Мзымта, Бзыбь, Кодари и в пределах Грузинской глыбы – на Дзирульском массиве (Плошко, 1977; Хаин, 1979).

В пределах зоны Передового хребта выходы ультрабазитовых массивов ″располагаются на кристаллических сланцах докембрия, однако вмещающие их породы, вероятнее всего, относятся к нижнему и частично верхнему палеозою″, ″устанавливается сопряженность выходов ультрабазитов и кварцевых диоритов…″, размытая поверхность которых трансгрессивно перекрывается триасовыми и юрскими образованиями (Каденский, 1950; Моссаковский, 1975).

Геолого-петрологические данные и геодинамика формирования комплексов Передового и Главного хребтов свидетельствуют об их тектонической совмещенности вдоль зоны Пшекиш-Тырнаузского разлома – предполагаемой корневой зоны покровов офиолитов, соответствующей ныне древней сутуре (Хаин, 1979, 1981; Баранов, Греков, 1980, 1982).

Однако, согласно В.Е.Хаину (1975), ряд данных противоречат такой интерпретации и ″наличие протягивающихся на многие километры вулкано-плутонических поясов вдоль Главного хребта (верхнепалеозойский Центрально-Азиатский ВПП), заставляют присоединиться к мнению исследователей, считавшим, что океанический бассейн существовал непосредственно южнее зоны Главного хребта″.

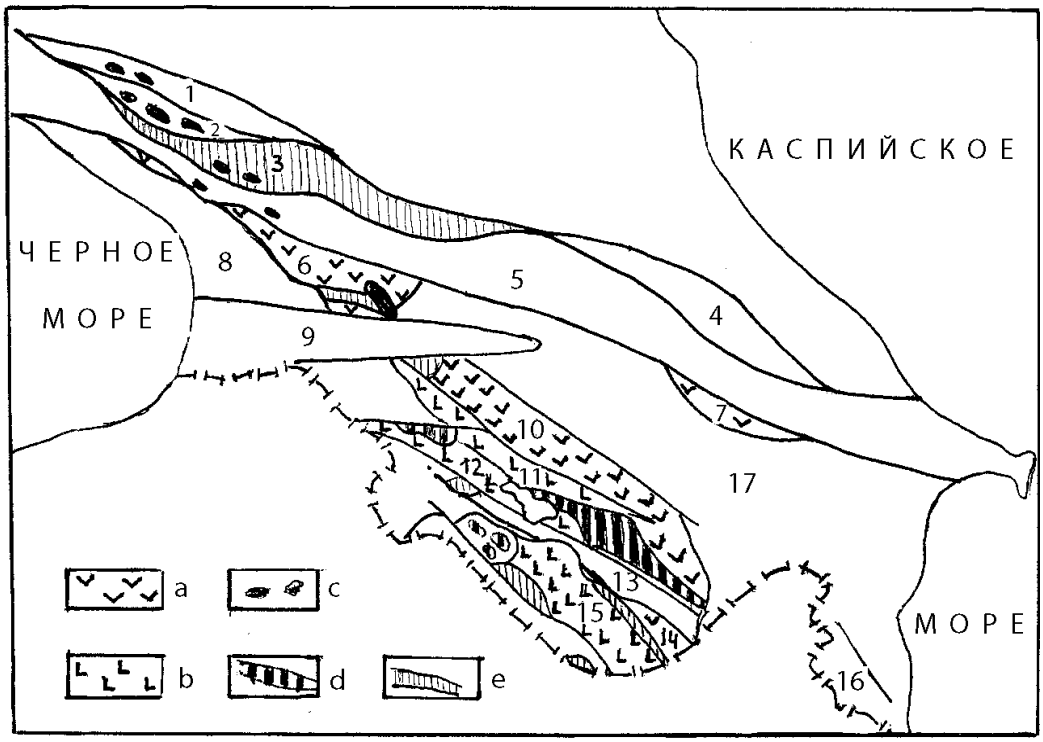


Рис. 1. Схема расположения вулканогенно-плутонических (ВПП) и офиолитовых (ОфП) поясов на Кавказе

а – мезозойские ВПП; б – кайнозойские ВПП; с – палеозойские ОфП; д – мезозойский фундамент.
Структурные зоны:
1. Бечасынская зона. 2. Передовой хребет. 3. Главнокавказский хребет. 4. Известняковая зона Дагестана. 5. Южный склон Большого Кавказа. 6. Гагра-Джавская зона. 7. Вандамская зона. 8. Рионская зона. 9. Аджаро-Триалетская зона. 10. Лок-Гарабагская зона. 11. Севан-Акеринская зона. 12. Ширак-Кяльбаджарская зона. 13. Зенгезурская зона. 14. Ереван-Ордубадская зона. 15. Кафанская зона. 16. Талышская зона. 17. Куринская впадина.

Несомненно, проблема формирования офиолитов Большого Кавказа и в особенности установление корневых зон являются актуальной и неоднозначно интерпретируемой до настоящего времени. Решение вопросов по данной проблеме требует дополнительных исследований, и поэтому мы ограничимся имеющейся информацией по офиолитам Большого Кавказа о том, что ″…преимущественное развитие альпинотипных гипербазитов в одних случаях в кристаллической ($PR\text{-}Pz_1$) толще, а в других – в зеленокаменной ($Pz_{1\text{-}2}$) позволяет предположить и различный возраст этих гипербазитов″. Однако ввиду отсутствия веских критериев для ″четкого их разделения, указанные гипербазиты условно объединены в единую гипербазитовую формацию $PR\text{-}Pz_2$″ (Плошко, 1977).

На Малом Кавказе известны лишь мезозойские офиолитовые комплексы, выступающие в виде двух поясов в пределах Севан (Гейча)-Акеринской и Ереван-Ордубадской (Веди) структурных зон, а также в виде изолированных фрагментов в разделяющей их Зангезурской зоне.

Севан-Акеринский пояс при непрерывной протяженности более 200 км и ширине 10-25 км прослеживается по северному побережью оз. Севан и далее на СЗ выступает на значительном удалении в виде изолированного выхода в районе Амасии. В геологическом отношении этот пояс расположен в среднеюрских, меловых и палеогеновых образованиях. Офиолитовые комплексы представлены гипербазитами, базитами и эффузивно-радиоляритовой толщей поздней юры – раннего мела. Отмечается трансгрессивное перекрытие их альб-сеноманскими и сенонскими отложениями. Эти комплексы с породами соседних зон имеют тектонические контакты по разломам: на северо-востоке с Му-

ровдагским и Гарабагским, а на юго-западе – Лачин-Башлыбельским.

Вединский пояс представлен одним крупным и рядом более мелких массивов, находящихся среди пород вулканогенно-осадочной толщи мела. Здесь наблюдается преимущественное развитие серпентинитов с подчиненной ролью габброидов, пироксенитов, родингитов и амфиболитов. Отмечается интенсивная карбонатизация, вплоть до образования мономинеральных карбонатных пород, а также альбитизация, пренитизация, цеолитизация, хлоритизация и окварцевание вдоль тектонических, в том числе кольцевых, структур, что приводит к образованию пород сложного состава и строения.

Возраст гипербазитов Вединского пояса, по М.Г.Ломизе (1980), верхнеконьякский, т.к. вулканогенно-осадочная серия вместе с телами гипербазитов трансгрессивно перекрывается терригенными образованиями верхнего коньяка, в которых присутствуют обломки пород офиолитовой ассоциации.

Комплексный геолого-структурный анализ мезо- и кайнозойских комплексов вулкано-плутонических поясов Кавказа совместно с гипербазитовыми поясами позволил предложить альпийскую модель эволюции этой складчатой системы, основными событиями в которой является формирование океанических бассейнов Палеотетиса (ПТ) и Мезотетиса (МТ).

Геодинамика. Для рассматриваемых океанических бассейнов установлены спрединговый, предколлизионный и коллизионный этапы, отличающиеся масштабностью и длительностью проявления (таблица 1).

Геодинамическое развитие Кавказа изложено (возможно недостаточно однозначно) многими исследователями следующим образом (Книппер, 1971; Адамия, и др., 1982; Исмаил-Заде, 1990; Рустамов, 2001):

- раскол – растяжение континента Пангея, начавшийся к началу палеозоя, достиг максимума в ордовик-силуре и далее сменился сжатием, вызвавшим в девоне на северной окраине островодужный вулканизм и формирование на обеих окраинах бассейна комплексов с непрерывными отложениями от девона до верхов триаса в терригенно-карбонатной и карбонатной фациях в обстановках континентального склона Евразийской плиты – на северной активной окраине и субплатформенного шельфа Гондвана – на южной пассивной окраине;

- окончательное замыкание бассейна ПТ в T_3-J_1 сопровождалось продолжавшейся с конца карбона обдукцией океанической коры ПТ на континентальные окраины, что соответствовало киммерийскому этапу тектогенеза, знаменующему начало коллизионного периода формирования бассейна;

- обдукцированные фрагменты палеозойской океанической коры ПТ – офиолиты в виде аллохтонных пластин – установлены, как было отмечено выше, на северной окраине ПТ, в зонах Большого Кавказа, а по южной окраине в зонах Малого Кавказа ввиду отсутствия выходов палеозойских офиолитов наличие их не предполагалось;

- процесс замыкания ПТ на раннеколлизионной стадии сопровождался в пределах остаточного бассейна ПТ поднятием осевой зоны Большого Кавказа с выступом докембрийской континентальной плиты и обособлением в J_3 окраинного моря с флишоидным комплексом, а также биполярными относительно рифтогенной (?) зоны ПТ проявлениями мезозойских вулкано-плутонических поясов в Гагра-Джавской зоне Большого Кавказа (J_2 bj-bt) и в Закавказской микроплите Малого Кавказа (J_2 bj-bt и J_3-K_1) с однотипной для обоих поясов металлогенической специализацией на медно-колчеданно-полиметаллическое оруденение;

- новый этап спрединга в замкнувшемся бассейне ПТ связан с заложением Малокавказского океанического залива Мезотетиса южнее и вдоль Зангезурской рифтогенной зоны; формирование его обусловлено отрывом от шельфовой зоны Гондвана Нахчыванской микроплиты и перемещением её на север; северным обрамлением МТ служило поднятие осевой Лок-Гарабагской зоны Закавказской микроплиты с выступами (локальными) докембрийского кристаллического фундамента, а южным – Гондванский шельф Иранской плиты – Шарур-Джульфинское поднятие Нахчыванской микроплиты;

- замыкание бассейна МТ в K_2cm - K_2cn завершилось обдукцией мезозойской океанической коры – аллохтонных пластин офиолитов – на континентальные окраины бассейна и формированием Зангезурской сутурной зоны МТ;

- коллизионный этап в бассейне МТ оз-

наменовался, как и в бассейне ПТ, биполярным формированием палеогеновых (P_1-P_2) вулкано-плутонических поясов, проявленных симметрично Зангезурской сутуре по обеим континентальным окраинам МТ: Памбак-Кяльбаджарского – по северной окраине и Ереван-Ордубадского – по южной, с металлогенической специализацией на медно-молибден-порфировое оруденение;

- последующий олигоцен-миоценовый период выражен преимущественно морскими и континентальными молассовыми комплексами в Куринской и Нижнеаразской впадинах.

- формирование горных систем Кавказа началось с позднего миоцена, продолжалось в мэотисе и достигло максимума в плиоцен-четвертичное время; с этим же периодом связано формирование крупных шарьяжей, наиболее четко проявленных на южном склоне Большого Кавказа; на Малом Кавказе с позднеплиоцен-четвертичным периодом связана тектоно-магматическая активизация, вызвавшая бурный андезибазальтовый вулканизм.

Анализ геодинамической схемы развития Кавказа, основанный на выявлении последовательности в распределении вулкано-плутонических и офиолитовых комплексов в структурах Большого и Малого Кавказа, позволяет констатировать существование двух разновозрастных офиолитовых пластин (таблица 2):

- раннепалеозойской – неравномерно распределенной почти во всех структурах Большого Кавказа, однако без ясно выраженной причастности к единому бассейну и с неопределенной корневой зоной;

- мезозойской – достаточно четко проявленной в структурных зонах Малого Кавказа и биполярно расположенной относительно Зангезурской сутуры.

Как видно из вышеприведенного, существенным фактором геодинамической эволюции Кавказа являлся дважды проявившийся – в палеозое и мезозое – процесс заложения – замыкания океанических бассейнов ПТ и МТ. Причем в обоих случаях замыкание бассейнов, сопровождаемое обдукцией океанических кор (пластин) на континентальные окраины, соответствовало раннеколлизионной стадии развития бассейнов (таблица 1).

В проявлении двух раннеколлизионных периодов на Кавказе (J_1-K_1 и P_1-P_2) имеются черты сходства и различия;

сходства:

- в тектонических позициях – биполярное размещение вулкано-плутонических и офиолитовых (установлено лишь для мезозойских) поясов в структурных зонах континентальных окраин бассейнов ПТ и МТ;

- в петрологическом составе вулкано-плутонических комплексов – последовательно дифференцированные базальт-андезит-дацит-риолитовые ряды с гранитоидными интрузивами и металлогенической специализацией на медно-колчеданно-полиметаллическое и молибден-порфировое оруденения;

различия:

- в пространственной разобщенности и масштабности магматизма, значительных в мезозое и меньших – в кайнозое;

- в длительности существования бассейнов – ПТ – 340 млн.лет, а МТ – 110 млн.лет (по данным абсолютной геохронологии времени существования бассейнов).

Биполярность и сопряженность. Области биполярно проявленных Mz и Kz вулкано-плутонических поясов с офиолитами линейно вытянуты и прослеживаются на значительные расстояния, превышающие сотни км. Для их бассейнов характерна однотипность в распределении структурных элементов, определяющих палеотектоническую схожесть их внутреннего строения (таблица 3).

Сходство биполярно проявленных мезозойского и кайнозойского вулкано-плутонических поясов по тектонической позиции, степени дифференцированности, петрографическому составу и металлогении отражает их соответствие закономерностям, определящим геодинамику формирования бассейнов складчатых систем.

Мезозойские вулкано-плутонические комплексы Большого и Малого Кавказа, разделенные Куринской впадиной, обнаруживают биполярность относительно определенной сутурной зоны. Наличие последней для Pz офиолитов предполагается либо по останцу офиолитового выхода на Дзирульском массиве (Гамкрелидзе, 1977), либо по гравитационным максимумам вдоль линии Саатлы – Кюрдамир, Гейчай – Мингячевир и далее на северо-запад вдоль Кахетинской зоны в Грузии. В этом случае Куринская впадина более соответствует термину ″грабен-рифтоген″, чем ″интрадуговой прогиб″ (Исмаил-Заде, 1977).

Таблица 1

Геодинамические режимы и вулканогенно-осадочные комплексы Восточного Кавказа (Азербайджан)

	микропл. / этапы			магматические комплексы			этапы	
				мезотетис		палеотетис		
				Нахчыванская	Закавказская	Кавказская		
N_2 -Q	Альпийский	коллизионный	позд.	поднятие	Вулканогенный и осадочный	континентальные и морские молассы	поднятие	поздний	Коллизионный
N_1^2 - N_2^1			ороген.		осадочный и вулканогенный				
~~P~~$_3$ - N_1^1									
~~P~~$_1$ - ~~P~~$_2$			ранний		биполярный островодужный ВПП	окраинно-континент.			
$K_2 \frac{cp-m}{cn-st}$ *cm-t*		пк		карбонатный				поздний	
al $K_1 \frac{ap}{nc}$		океанический	поздний	84 млн. лет Осадочно-вулканоген.	офиол.ИТ	вулкан.- осадочн. флишевая терригенная карбонатно – рифовые		орогенный	
J_3	Киммерийский			Поднятие	океан МТ	окраинно-континент.		ранний	
$J_2 \frac{b-bt}{a}$			Ранний	~110 млн.лет	Биполярный островодужный ВПП				
J_1				осадочно-вулканогенные					
T_3				200 млн. лет Субплатформ.	Офиолиты ПТ			пк	
T_{1-2}	Герцинский			терригенно					
P				терригенно	океан – ПТ	карбонатный		поздний	Океанический
C				–	~340 млн.лет				
D				карбонатный		с ВПП			
Pz_1									
PRz				ПКО ААпл	542 млн. лет ЗКВ мпл	АКО ЕАпл			

ПКО ААпл – пассивная континентальная окраина Афроаравийской платформы; ЗКВ мпл – Закавказская микроплита; АКО ЕАпл – активная континентальная окраина Евразийской платформы; ВПП – вулкано-плутонический пояс.

Таблица 2

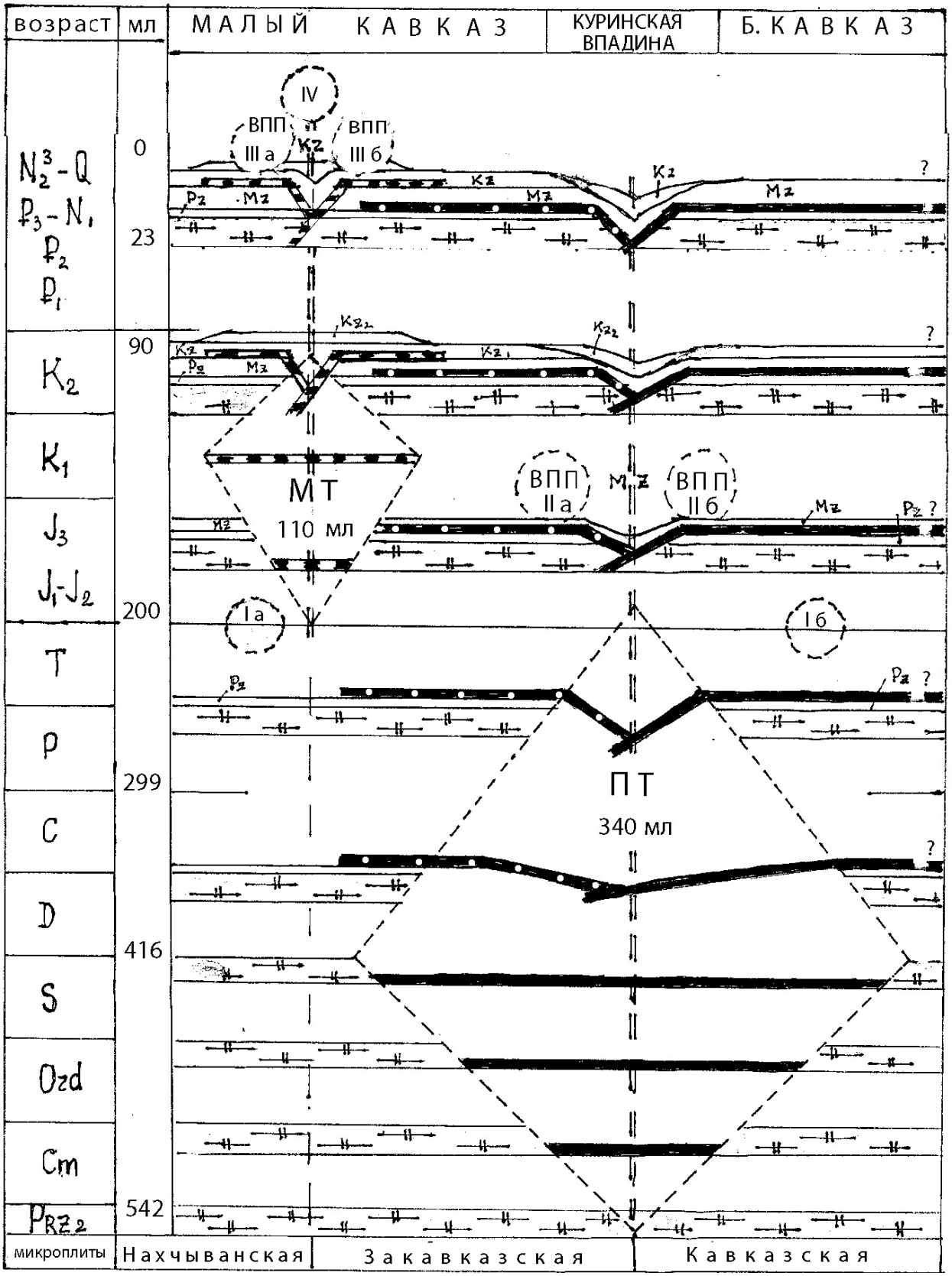

возраст
мл
МАЛЫЙ КАВКАЗ
КУРИНСКАЯ ВПАДИНА
Б. КАВКАЗ
IV
ВПП III а
ВПП III б
0
23
90
200
299
416
542
МТ
110 мл
ВПП II а
ВПП II б
ПТ
340 мл
I а
I б
микроплиты
Нахчыванская
Закавказская
Кавказская

Таблица 3

Структурные элементы	океан МТ	океан ПТ
Окраины бассейнов (плиты и микроплиты)	Нахчыванская м/пл – Ю Закавказск. м/пл – С	Скифско-Туранская м/пл – С Нахчыван-Закавказкая м/пл – Ю
Автохтонные комплексы офиолитов	Mz компл.Закавказской м/пл - С Mz компл.Нахчыванской м/пл - Ю	Доальпийский фундамент БК – С Доальпийский фундамент МК-Ю
Аллохтонные пластины офиолитов	Mz–Офиолиты СА зоны – С Mz – Офиолиты Веди – Ю	Pz – Офиолиты БК – С Pz – Офиол.не известны на МК
Вулкано-плутонические пояса (ВПП)	Kz Памбак-Кяльбаджарский – С Kz Ереван-Ордубадский – Ю	Mz Гагра-Джавский – С Mz Сомхито-Гафанский – Ю
Сутурный шов	Зангезурская сутура	В Куринской впадине - ?

Наличие мезозойских вулкано-плутонических комплексов на Малом и Большом Кавказе позволило исследователям (Лордкипанидзе и др., 1984) выделить две островодужные системы (северную и южную) и увязать их проявления с двумя субдукционными зонами с противоположно погружающимися под континентальные окраины океаническими пластинами – Скифской и Закавказской микроплитами. Однако последующие исследования не подтвердили эту гипотезу (Ломизе, 1987).

Офиолитовые пояса Севан-Акеринской зоны и Веди большинством исследователей, а также и нами принимаются как мезозойские аллохтонные пластины, симметрично перемещенные относительно Зангезурской сутурной зоны бассейна Мезотетиса (Книппер, 1971). Они сопряжены с двумя палеогеновыми вулкано-плутоническими поясами – Памбак-Кяльбаджарским и Ереван-Ордубадским.

Не затрагивая проблемы офиолитов Большого Кавказа, как было сказано выше, и принимая позицию об их соответствии северной ветви палеозойской океанической коры Палеотетиса, рассмотрим возможность наличия южной ветви ПТ в пределах Закавказской микроплиты, являвшейся длительное время ($Cm - T_3 + J_1$) южной континентальный окраиной ПТ (таблица 2).

Закавказская микроплита представлена тремя структурными зонами – Лок-Гарабагской и Гафанской с комплексами мезозойского (J-K) вулкано-плутонического пояса (> 3000 м) и расположенной между ними Севан-Акеринской зоной с преимущественно меловым комплексом и аллохтонно залегающей на ней мезозойской офиолитовой пластиной. В автохтонном комплексе последней зоны принимают участие и породы вышеотмеченного мезозойского ВПП, что свидетельствует о соответствии перечисленных трех зон единой Закавказской микроплите, нередко выделяемой исследователями как единая Сомхито-Гафанская зона (Абдуллаев, 1963; Соколов, 1977; Мустафаев, 1983).

В северной Лок-Гарабагской зоне мезозойский (юрский) вулкано-плутонический пояс представлен наиболее полно в пределах Гядабейского, Дашкесанского и Мехманинского рудно-магматических узлов, где отмечаются:

в байосе – базальт-риолитовая вулканогенная формация с плагиогранитовыми интрузивами;

в бате и киммеридже – базальт-андезит-дацит-риолитовые формации с габбро-плагиогранитовым, габбро-гранитовым и габбро-тоналитовым интрузивами (Абдуллаев, 1963).

В геологическом строении Лок-Гарабагской зоны ультраосновные породы не установлены, за исключением небольшого выхода пикритов в бассейне р.Беюк-Кашкачай (Гасанов, 1985) на Шамкирском поднятии, а также обнаруженных при бурении в ряде пунктов мезозойской вулканогенной толщи в Дашкесанском районе – талька (Крутов, 1937) и в Джебраильском районе (ЮВ зоны) – серпентинитов (Гасанов, 1985).

Особый интерес в этом аспекте представляют габброиды интрузивов, принимаемые исследователями как первая интрузивная фаза с широким спектром фаций – габбро, габбро-нориты, габбро-диориты, пироксениты. Среди них установлены также и гибридные разности, возникшие, согласно исследователям (Кашкай, 1965), в процессе воздействия второй гранитоидной фазы на первую

габброидную. Однако необходимо отметить, что фрагменты пород габброидной фазы, установленные в краевых и центральных частях этих интрузивов, отмечаются также и самостоятельно среди вмещающих вулканитов киммериджского возраста, т.е. вне контактов с гранитоидами в виде разрозненных глыб размерами 0,3 – 2,5 м, нередко блоков площадью 0,25-0,36 км^2 и более.

Для габброидного выхода на г. Пирсултан, размером 2,5 км^2, по автору, ″Пирсултанский интрузив, является сателлитом первой фазы Дашкесанской интрузивной формации, представленным различными типами габбро – габбро-диоритами, диоритами и кварцевыми диоритами, среди которых имеются гибридные разности″ (Кашкай, 1965). Выход данного комплекса прослеживается по южному борту Дашкесанского интрузива, сложенного кварцевыми диоритами-гранодиоритами. Для пород выхода характерна смятость, линзовидная отдельность, рассланцеванность, а в некоторых участках отмечается значительное количество кварц-карбонатных образований.

Габброидные фации слагают нижнюю часть выхода г. Пирсултан, непосредственно прилегающую к Дашкесанскому интрузиву. Они состоят из альбита, анортита, ромбического и моноклинного пироксенов, амфибола, биотита, хлорита, пренита, карбоната и кварца, в качестве акцессорных минералов встречаются ильменит, титаномагнетит, апатит.

В петрографическом составе и по данным рентгенфазового анализа породы верхней кромки выходов соответствуют кварц-карбонатно-тальковым и тремолит-тальковым, амфибол-пренитовым породам. В образцах отмечаются почерненные по периферии зерна, превращенные по трещинкам в черное непрозрачное вещество, по структурным формам напоминающее хромшпинелиды, что подтверждается данными рентгенфазового анализа. В краевых частях Дашкесанского интрузива по поперечным нарушениям отмечаются выжатые тела мощностью до 1 м, представленные светло-зеленого цвета амфибол-тальком волокнисто-шестоватой текстуры.

Важное значение в формировании этих пород имеют процессы преобразования, сходные с габброизацией гипербазитов, в результате чего широко распространены габброиды, представленные многообразными текстурными, структурными и минеральными разновидностями. Габброизация в данном случае – это совокупность взаимосвязанных процессов пироксенизации, фельдшпатизации, дегидратации и перекристаллизации.

Петрографические исследования офиолитов на Большом Кавказе показывают что амфибол-пренитовые и тальк-альбит-амфиболовые образования являются благоприятными продуктами изменения серпентинитов при развитии метасоматических процессов вдоль контактов и краевых тектонических зон (Каденский, 1950).

Вышеприведенные данные о метасоматических ассоциациях и габброизированных гипербазитах позволяют считать габброиды мезозойских гранитоидных интрузивов Сомхито-Гафанской зоны не интрузивной фазой, а габброизированными фрагментами гипербазитов, которые совместно с выжатыми метасоматическими ассоциациями указывают на возможное наличие под вулканогенным комплексом гипербазитовой пластины (Исмаил-Заде, 2006).

В обосновании наличия гипербазитов в данной зоне немаловажное значение имеет набор геохимических элементов, характерных для пород мезозойских островодужных комплексов этой зоны.

Особенности химизма среднеюрских и позднеюрско-раннемеловых комплексов Сомхито-Гафанской зоны, представленных преимущественно дифференцированной базальт-андезит-дацит-риолитовой серией, позволяют относить их к сериям, формировавшимся в палеоостроводужной обстановке (Абдуллаев, 1963; Мустафаев, 1983).

Проведенные Ю.В.Карякиным (1989) на основе факторного и кластерного анализов сравнения петрохимических характеристик юрских вулканических комплексов этой зоны Малого Кавказа с тектонотипами современных геодинамических обстановок позволили установить соответствие их областям развития островных дуг, в фундаменте которых присутствует геофизический ″гранитный″ слой, т.е. формирующихся на континентальной коре.

Установленные для мезозойских вулканитов Сомхито-Гафанской зоны вариации химизма базальтов – от толеитовых до известково-щелочных разностей в различных частях

Лок-Гарабагской зоны (Шамкирской, Дашкесанской, Гарабагской) исследователями увязываются с локальными неоднородностями строения её фундамента, т.е. петрохимический состав островодужных базальтов этой части зоны обнаруживает тесную связь с особенностями глубинного строения данной островной дуги в период активной вулканической деятельности (Карякин, 1989).

Необходимо отметить, что представленные комплексы островодужных систем, принятые для сравнения как тектонотипы, являются комплексами субдукционных процессов. В петрогеохимическом составе кислых и средних их дифференциатов должны содержаться легкоплавкие сиалические компоненты, показывающие существенную роль в этом процессе вещества континентальной коры. Исследуемые же породы среднеюрских интрузивов Малого Кавказа, в частности плагиограниты и лейкограниты, по геохимической специализации характеризуются крайней деплетированностью элементами, характерными для кислой магмы – Mo, Sn, Pb, Zn, а гранодиориты, тоналиты, кварцевые диориты и диориты позднеюрских интрузивов при низких значениях содержаний этих элементов отличаются значительным возрастанием элементов основной-ультраосновной магмы – Co, Ni, V, Cr, Cu. Подобное соотношение отражает своеобразный генезис магматического расплава, отвечающего по составу контаминированной базальтовым материалом дифференцированной сиалической магме. Специфика расплава отразилась и на металлогенической специфике региона – серно-колчеданное, медно-колчеданное, железорудно-кобальтовое, медно-колчеданно-полиметаллическое, медно-мышьковое оруденения при отсутствии рудопроявлений редких и литофильных элементов (Мустафаев, 1974, 1977).

Подобное явление, а именно, преобладающее участие в составе вулкано-плутонической ассоциации кислых фаций магматитов со значительным содержанием элементов, свойственных основной магме, и деплетированное значение в последних элементов кислой магмы можно объяснить лишь гибридным генезисом магмы с участием в магмагенезе двух контрастных по составу магм – ультракислой и ультраосновной. В данном случае – это воздействие выплавленной кислой магмы на аллохтонно залегающую на континентальной коре ультраосновную пластину (Исмаил-Заде, 2006).

Процесс воздействия ультракислой магмы на гипербазитовую аллохтонную пластину был наиболее интенсивным в её нижних частях, соответственно уменьшаясь к верхней кромке. Исходная ультракислая магма – плагиограниты и лейкограниты, возможно, первоначально слабо контаминированной породами гипербазитовой пластины, характеризовалась слабым фоновым содержанием элементов, свойственных кислой магме; последующее же взаимодействие с ультраосновной пластиной, сопровождаемое дифференциацией магматического расплава, с формированием адамеллитов, тоналитов и гранодиоритов, способствовало значительному возрастанию геохимического фона элементов, характерных для расплава ультраосновного состава.

Возникший гибридизм достиг максимума при формировании диоритовых фаций, ныне принимающих участие в сложении почти всех интрузивов данной зоны. Габброизированные разности гипербазитов лишь в самой верхней кромке пластины сохраняют следы исходной гипербазитовой породы – скелетные формы оливинов и хромитов с комплексом вторичных минералов – брусита, талька, пренита, хлорита.

Петрографическими признаками гибридизма является наличие последовательного изменения соотношений салических и мафических минералов в эволюционном ряду: норит – габбро-норит – габбро – габбро-диорит – диорит – кварцевый диорит-гранодиорит – плагиогранит – лейкогранит. Соотношение породообразующих компонентов двух взаимодействующих контрастных по составу серий достаточно четко прослеживается на диаграмме A-S, составленной по составам пород этой зоны (рис. 2), на которой устанавливаются два эволюционных тренда. В минералогических составах намечается переход от кварц-плагиоклазовой (олигоклаз-андезин) ассоциации в лейкогранитах к плагиоклаз (андезин-лабрадор) – пироксен – роговообманковой в диоритах первого тренда и далее к плагиоклаз (лабрадор-битовнит) – пироксен-оливиновой в габбро-норитах и, наконец, к оливин-пироксеновой – в пикритах второго тренда (Исмаил-Заде, 2006).

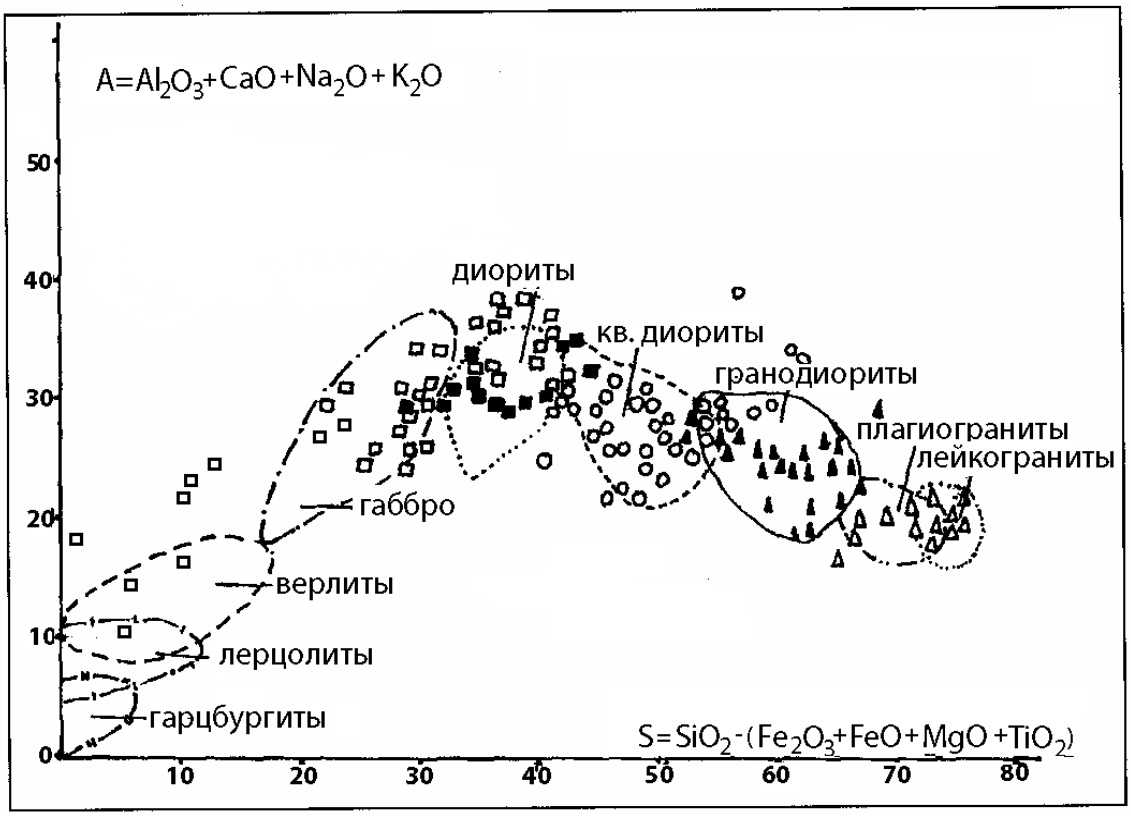


Рис. 2. Положение Mz гранитоидных интрузивов Малого Кавказа в полях статистического распределения химических составов главных типов пород.

Полученный вывод о гибридном генезисе магматического расплава с учетом геохимических особенностей островодужных вулканитов обдукционного типа обосновывает признание шарьирования палеозойской океанической аллохтонной пластины – океанической коры ПТ – на обе континентальные окраины (известной на северной и предполагаемой на южной) в процессе замыкания бассейна, начавшегося в позднем карбоне.

Сущность сопряженности вулкано-плутонических и офиолитовых поясов на Кавказе связана с механизмом этого процесса – погружение в мантию континентальной коры под тяжестью аллохтонной насыщенной водой серпентинизированной гипербазитовой пластины, плавление и образование очагов кислых магматических расплавов. Последние, поднимаясь вверх, взаимодействовали с аллохтонной ультраосновной пластиной, что способствовало формированию гибридной магмы с вышеотмеченным соотношением элементов, возможным лишь при взаимодействии контрастных по составу магм. Именно гибридный характер магматизма мезозойского, кайнозойского периодов на Кавказе, возникший при воздействии кислой магмы на ультраосновную пластину, способствовал созданию обдукционного типа островодужных вулкано-плутонических поясов с мафическим профилем металлогенической специализации.

Обсуждение. Установленная на Кавказе биполярная сопряженность вулкано-плутонических поясов: мезозойских (Гагра-Джавский БК и Сомхито-Гафанский МК) и кайнозойских (Памбак-Кяльбаджарский и Ереван-Ордубадский МК) с офиолитовыми поясами: раннепалеозойским (Главный и Передовой хребты, Бечасынская зона БК и предполагаемый в Сомхито-Гафанской зоне МК) и раннемезозойским (Севан-Акеринская и Ереван-Ордубадская Вединская зона МК) соответствует двум коллизионным этапам формирования бассейнов Палеотетиса и Мезотетиса на Кавказе (рис. 3).

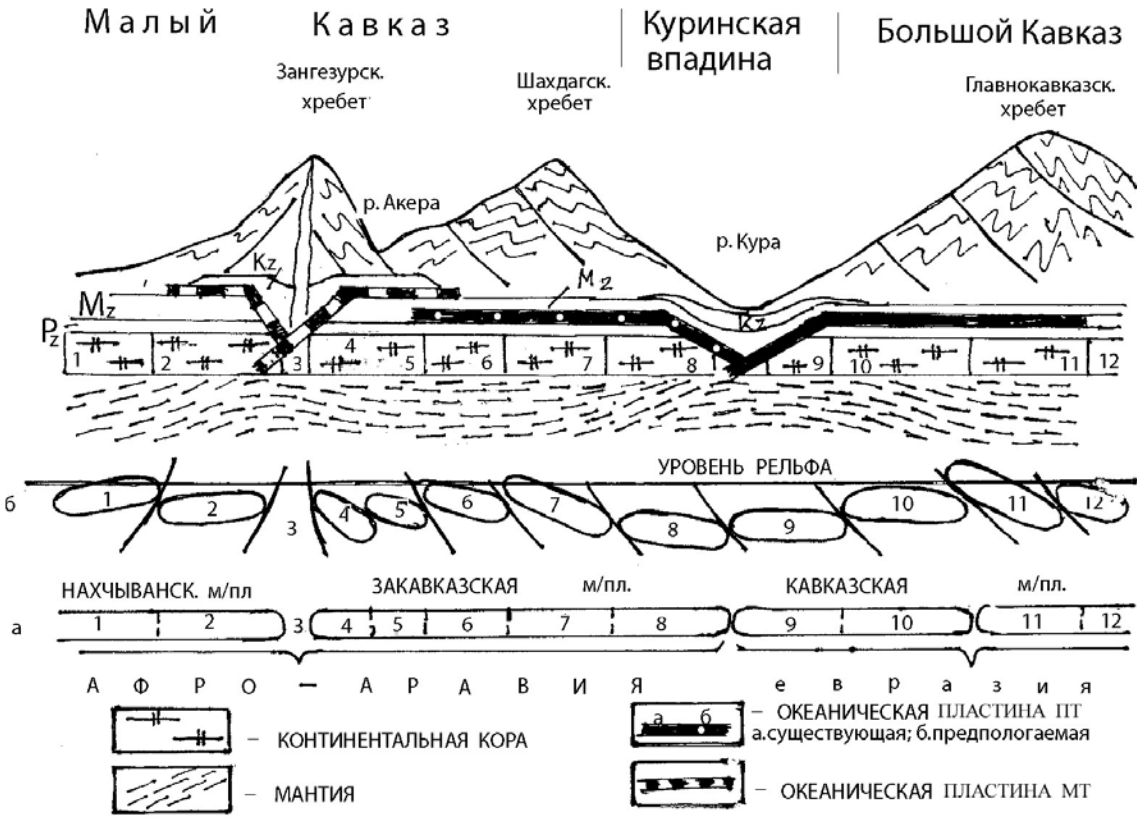


Рис. 3. Схема расположения офиолитовых поясов Pz и Mz в системе Большого и Малого Кавказа (без учета глыбово-блоковых перемещений и складчатости)

Доальпийский фундамент:

а - в докембрии; б - в позднем плиоцене-квартере

Структурные блоки:

1 – Шарур-Джульфинский; 2 – Ордубадский; 3 – Зангезурский; 4 – Гафанский; 5 – Гочасский; 6 – Севан-Акеринский; 7 – Лок-Гарабагский (4, 5, 6, 7 – Сомхито-Гафанская зона); 8, 9 – Куринский; 10 – Южного склона Б. Кавказа; 11 – Главнокавказский; 12 – Передового хребта

Ныне офиолитовые пояса биполярно сохранились на вздернутых обрамлениях континентальных окраин (раннепалеозойская не обнажена на южной окраине бассейна ПТ на Малом Кавказе), а вулкано-плутонические пояса размещены биполярно в пространствах между ними относительно сутурных зон: для ПТ – предполагаемой в Куринской впадине (?), а для МТ – Зангезурской.

В обоих бассейнах процесс замыкания характеризовался однотипностью проявления, выраженной обдукцией океанической коры на континентальные окраины – проседанием последних в мантию под тяжестью аллохтонных (серпентинизированных гипербазитов) пластин – плавлением и образованием палингенной сиалической магмы – подъемом магматического расплава с проявлением ассимиляции, контаминации и дифференциации – взаимодействием вышележащей гипербазитовой пластины с магмой контрастного состава – образованием гибридной магмы – вещества мезозойских и кайнозойских вулкано-плутонических поясов.

Разница в проявлении вулкано-плутонических поясов заключается лишь в более длительном существовании океанического бассейна ПТ (340 млн.лет) по сравнению с океаническим заливом МТ (110 млн.лет); более масштабном проявлении магматизма и металлогении в бассейне ПТ по сравнению с МТ; толеитовом и известково-щелочном составе ВПП ПТ по сравнению с известково-щелочным и субщелочным комплексом ВПП МТ. Вулкано-плутонические пояса в обоих бассейнах представлены островодужными комплексами не субдукционного,

а обдукционного генезиса. Отличия их выражаются в преобладании в составе кислых, интрузивных фаций геохимического набора элементов, более характерных для ультраосновной магмы, чем кислой, что связано с существенной ролью участия гипербазитовой пластины в формировании гибридной магмы.

Процесс гибридизма хорошо прослеживается в породах мезозойского ВПП Лок-Гарабагской зоны, особенно в фациях различных фаз интрузивных пород. Соответствие габброидов мезозойских интрузивов не интрузивной фазе, а габброизированным гипербазитам, а также геологические данные – выходы пикритов среди мезозойских вулканитов, обнаружение талька и серпентинитов под мезозойским вулканогенным комплексом в скважинах Лок-Гарабагской зоны; геофизические данные по наличию на небольших глубинах зоны отраженных поверхностей с Vp = 6,0-6,8 км/сек, Vp = 7,8-8,0 км/сек, соответствующих океанической коре и их серпентинизированным разностям (Мамед-Заде и др., 1974; Шихалибейли и др., 1994) и установление в Предмалокавказском прогибе по сейсмическим данным высокоскоростных погребенных линзообразных тел с Vp = 7,8-8,0 км/сек (Баранова и др., 1980), вероятно, соответствующих ультраосновным образованиям (замечание автора), позволяют предположить наличие в этой зоне необнаженной аллохтонной гипербазитовой пластины между доальпийским кристаллическим фундаментом и мезозойским вулканогенным комплексом. Данная пластина в этом случае должна соответствовать раннепалеозойской океанической коре ПТ, обдуцированной в конце карбона в процессе замыкания бассейна ПТ как на северную окраину ПТ БК, так и на южную окраину бассейна ПТ, приходящуюся на Закавказскую микроплиту МК.

Согласно приведенной схеме (табл. 2, рис. 3), в Севан-Акеринской зоне кроме известных мезозойских офиолитов предполагается наличие под мезозойским вулканогенным комплексом более древних (раннепалеозойских ?) офиолитов. Последним, по нашему мнению, могут соответствовать офиолиты, выступающие в этой зоне в тектоническом ″окне″ из-под известняков кампана в Аджарисской брахиантиклинальной структуре, описанные в литературе как мезозойские (Книппер, 1971; Кашкай и др., 1973). Отличительные от офиолитов прилегающих структур этой зоны их особенности, выражающиеся в сочетании нацело преобразованных в серпентиниты гипербазитов (лизардит-хризотил-антигорит, отальк-ованные разности) с метаморфизованными в альпийскую стадию тектогенеза (K/Ar = 150-160 млн.лет – возраст метаморфизма) докембрийскими метаморфическими породами доальпийского фундамента (эпидот-хлоритовые, хлорит-мусковит-кварцевые сланцы) позволяют считать их образованиями более древнего (раннепалеозойского) возраста (?).

Аналогичная картина проявления мезозойского магматизма может быть предложена и для Гагра-Джавской зоны Южного склона Большого Кавказа, где «…в байосском веке образовалась дифференцированная известково-щелочная базальт-андезит-риолитовая» (мощность до 3 км) вулканогенная серия, а «… в бате сформировались многофазные гипабиссальные интрузивы с габбровой и последующими кислыми фациями». По данным исследователей региона, «… вся вулканогенная часть и габброиды интрузивной части ассоциации являются мантийными производными, а кислые фации – выплавками сиалической коры». В целом же они отражают «… непрерывный эндогенный процесс, давший среднеюрскую вулкано-плутоническую ассоциацию», хотя «… до сих пор не вскрыт характер связи между ними» (Дудаури и др., 2004). С учетом предлагаемой авторами обобщенной модели развития среднеюрского интрузивного магматизма в последовательности – «дифференциаты основной магмы (перидотиты, пироксениты, реже анортозиты) – габбро оливиновое или обыкновенное – диориты – гранит-порфиры – аляскиты – аплиты и пегматиты», необходимо отметить немаловажную роль в формировании интрузивов отмечаемых фаций ультраосновных пород. Последние не могут представлять собой дифференциаты основной магмы даже как реститы или кумулаты ввиду невозможного проявления дифференцированного ряда перидотит-пироксенит-анортозит-габбро в гипабиссальных условиях кристаллизации интрузивов.

Все вышеприведенное позволяет и в данном случае предположить возможность

соответствия габброидов не интрузивным фазам, а ксенофрагментам габброизированных гипербазитов, а также гибридный характер мезозойского магматизма с участием в этом процессе гипербазитовой аллохтонной пластины, располагающейся непосредственно между кристаллическим фундаментом (в результате обдукции в процессе замыкания ПТ в конце карбона) и мезозойским вулканогенным комплексом.

В случае подтверждения этой модели может быть установлена преобладающая роль обдукционных процессов в формировании мезозойского и кайнозойского магматизма на Кавказе и существенность процессов гибридизма в проявлении петрологии и металлогении альпийского магматизма Кавказа.

В Куринской межгорной впадине мезозойский комплекс в вулканогенной фации вскрыт несколькими скважинами, а максимально – в Саатлах в скв. СГ – 1 в интервале 3540-8324 м (забой). Однако рассмотрение этих вопросов здесь затруднено из-за интенсивности постмагматических процессов и, в большей степени, осложненности региона пологими надвигами.

Выводы:

1. Установлена сопряженность мезозойских и кайнозойских вулкано-плутонических поясов с офиолитовыми поясами на Кавказе; механизм этого процесса связан с погружением в мантию континентальной коры под тяжестью обдуцированной офиолитовой пластины, плавлением, образованием кислой магмы, взаимодействием ее с ультраосновной аллохтонной пластиной и образованием гибридной магмы, сформировавшей островодужный ВПП.
2. Установлена биполярность в размещении сопряженных Mz и Kz вулкано-плутонических и офиолитовых поясов, отражающая закономерную связь их с сутурными зонами палеоокеанов ПТ и МТ.
3. Установлено соответствие островодужных ВПП не субдукционным, а обдукционным образованиям, согласно мафическому профилю геохимических параметров.
4. Установление мафического профиля обдукционных мезозойских островодужных ВПП в купе с геологическими, геофизическими и петрологическими данными позволило предположить наличие на Большом и Малом Кавказе между мезозойским ВПП и доальпийским фундаментом необнаженной раннепалеозойской гипербазитовой аллохтонной пластины, сыгравшей существенную роль в формировании гибридной магмы, определившей особенности альпийской петрологии и металлогении Кавказа.

ЛИТЕРАТУРА

АБДУЛЛАЕВ, Р.Н. 1963. Мезозойский вулканизм северо-восточной части Малого Кавказа. АН Азерб. ССР. Баку. 228.

АДАМИЯ, Ш.А., АСАНИДЗЕ, Б.З., ПЕЧЕРСКИЙ, Д.М. 1982. Геодинамика Кавказа. В кн.: *Проблемы геодинамики Кавказа*, Наука, Москва, 13-21.

БАРАНОВА, Е.Н., КРАСНОПЕВЦЕВА, Г.В., ПАВЛЕНКОВА, Н.И. 1988. Повторная интерпретация сейсмического профиля Сухуми-Масаллы (ГСЗ – 13). В кн.: *Сейсмическая модель литосферы основных структур территории СССР*, Наука, Москва, 184.

БАРАНОВ, Г.И., ГРЕКОВ, И.И. 1980. Доверхнепалеозойская структура Северного Кавказа. В кн.: *Тектоника Средиземноморского пояса*, Наука, Москва, 162-171.

БАРАНОВ, Г.И., ГРЕКОВ, И.И. 1982. Геодинамическая модель Большого Кавказа. Наука. Москва. 42-57.

ГАМКРЕЛИДЗЕ, И.П. 1977. Тектоническая развитие Альпийско-Кавказско-Иранского сегмента Средиземноморского пояса. *Геотектоника,* 3.

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

ДУДАУРИ, О.З., ТОГОНИДЗЕ, М.Г., ВАШАКИДЗЕ, Г.Т., ЛОРДКИПАНИДЗЕ, М.Б. 2004. Среднеюрская вулкано-плутоническая ассоциация Южного склона Большого Кавказа (в пределах Грузии). *Тр. ИГ АН Грузии*. Тбилиси, 424-432.

ИСМАИЛ-ЗАДЕ, А.Д. 1990. Эволюция кайнозойского базитового вулканизма Малого Кавказа. Автор. докт. дисс. Баку. С. 52.

ИСМАИЛ-ЗАДЕ, А.Д. 2006. Петрологическая интерпретация процесса гибридизма в мезозойских гранитоидных интрузива Малого Кавказа. Изв.НАН Азербайджана. Науки о Земле, 2, 9-19.

ИСМАИЛ-ЗАДЕ, А.Д. 1997. Грабен-рифтогенная природа Куринской впадины и закономерности размещения в ней месторождений. В кн.: *Неотектоника и нефтегазоносность*. Баку.

КАШКАЙ, М.А. 1965. Петрология и металлогения Дашкесана. Недра. Москва. 888.

КАШКАЙ, М.А., АЛЛАХВЕРДИЕВ Ш.И. 1973. Аджарисская брахиантиклиналь в структуре Малого Кавказа. Элм. Баку. 95.

КАДЕНСКИЙ, А.А. 1950. Магматическая геология Передового хребта северо-западного Кавказа. Изд. АН

СССР. Москва-Ленинград. 108-202.

КАРЯКИН, Ю.В. 1989. Геодинамика формирования вулканических комплексов Малого Кавказа. *Тр. ГИН АН СССР*. Наука. Москва. 438.

КНИППЕР, А.Л. 1971. История развития серпентинитового меланжа Малого Кавказа. *Геотектоника*, 8.

КРУТОВ, Г.А. 1937. Минералогия и генезис кобальтового оруденения в Дашкесанском контактово-метасоматическом месторождении. *Тр. Моск. геол.-разв. ин-та*, X.

ЛОМИЗЕ, М.Г. 1987. Региональные и глобальные события в развитии Кавказской геосинклинали. В кн.: *Геология и полезные ископаемые Большого Кавказа*. Наука, Москва.

ЛОРДКИПАНИДЗЕ, М.Б., АДАМИЯ, Ш.А., АСАНИДЗЕ, З.Б. 1984. Эволюция активных окраин океана Тетис (на примере Кавказа). В сборнике докладов 27 Международного геологического конгресса: *Землетрясения и предупреждение стихийных бедствий*. *Коллоквиум 03*. Наука. Москва. 72-83.

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

МОССАКОВСКИЙ, А.А. 1975. Орогенные структуры и вулканизм палеозоид Евразии и их место в процессе формирования континентальной земной коры. Наука. Москва. 320.

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

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

МУСТАФАЕВ, М.А. 1983. Фациальный анализ верхнеюрских вулканогенных образований Сомхито-Агдамской зоны Малого Кавказа. *Изв. АН Аз. ССР, сер. наук о Земле*, 2.

ПЛОШКО, В.В. 1977. Формационный тип альпинотипных гипербазитов (на примере Юго-Восточно-Европейской платформы, Кавказа и Карпат). В кн.: *Магматические формации Кавказа и Юго-Восточно-Европейской платформы*. Недра, Москва, 214-253.

СОКОЛОВ, С.Д. 1977. Олистостромовые толщи и офиолитовые покровы Малого Кавказа. Наука. Москва.

РУСТАМОВ, М.И. 2001. Палеотектоника и геодинамика Палеотетиса Каспийско-Кавказского региона. *Тр. ИГ НАНА*, 29, 136-147.

ХАИН, В.Е. 1975. Основные этапы тектоно-магматического развития Кавказа – опыт геодинамической интерпретации. *Геотектоника*, 1.

ХАИН, Е.В. 1979. Офиолиты и покровная структура Передового хребта Северного Кавказа. *Геотектоника*, 4, 63-80.

ХАИН, Е.В. 1981. Офиолиты и герцинская покровная структура Передового хребта Северного Кавказа. Автор. дисс. канд. геол.-мин. наук. ГИН АН СССР. Москва. 30.

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

© Г.В.Мустафаев, 2009

О ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ОСТРОВОДУЖНЫХ МАГМАТИТОВ МАЛОГО КАВКАЗА, СОСТАВЕ МАГМ И МАНТИЙНОЙ ИЛИ КОРОВОЙ ИХ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Г.В.Мустафаев

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

В статье рассматриваются составы первичных магм мезозойских островодужных магматитов Малого Кавказа и возможные уровни их генерации по геохимическим данным.

Известно, что магмы являются генераторами образования большой группы металлических месторождений, при этом состав магм предопределяет формирование месторождений определенных групп металлов, поэтому исследователи (академики Л.Н.Когарко, Н.Д.Рябчиков и др.) отмечают необходимость определения каким именно (коровым или мантийным) является происхождение магматитов каждого региона или крупных структур (или блоков).

Для освещения данного вопроса на примере Малого Кавказа нами выбраны мезозойские магматиты Лок-Агдамской тектономагматической зоны – наиболее полно развитого сегмента малокавказской мезозойской островодужной системы. В этой зоне широкое развитие получили эффузивы базальт-риолитовой формации средней юры, среднеюрские плагиограниты и интрузивы габбро-диорит-гранодиоритовой формации позднеюрско-нижнемелового возраста. Геология указанных магматитов наиболее полно описана в многотомнике «Геология Азербайджана», т.Ш, Магматизм (2005). Эта зона характеризуется промышленными медно-золоторудными колчеданными месторождениями в связи с субвулканической фацией риолитового комплекса и месторождениями железа, кобальта, полиметаллов, медно-молибденовых и др. руд различных генетических типов в связи с интрузивами. Регион относится к геологически и петрологически хорошо изученным, однако геохимически он исследован фрагментарно.

В данной статье нами упор сделан на освещение геохимических аспектов состава магм различных петрохимических типов вулканогенных и интрузивных пород данного региона. С этой целью выбраны три группы химических элементов:

1) щелочные – Na, K, Li, Rb; 2) щелочноземельные – Ba,Sr; и 3) сидерофильные – Cr, Co, Ni, V.

Выбор этих групп элементов обусловлен следующими причинами:

1) щелочные элементы Na и K являются широко распространенными породообразующими элементами, а Li и Rb в своем распределении четко коррелируются с их распределением и содержанием. В совокупности эта группа элементов позволяет получить информацию об относительной глубине формирования магматических расплавов, провести типизацию групп пород, установить их первичное или гибридное происхождение и др.

2) Ba и Sr относятся к некогерентным элементам (Грин, Рингвуд, 1968) и являются показателем процессов, протекающих в магмах при высоких температурах, высоких или низких давлениях; первичности мантийного происхождения магм; обогащения ими пород в процессе мантийного метасоматоза и др. К этому надо добавить резкое различие содержаний Ba и Sr в породах мантийного субстрата и континентальной коры (Лутц, 1975).

3) сидерофильные элементы по концентрации в породах мантийного и корового генезиса резко отличаются, что позволяет использовать их при генетических построениях.

Приведенная группа элементов сравнивается с их кларками по А.П.Виноградову (1962) ввиду широкого их использования; данными Б.Г.Лутца (1975) по различным типам базальтов и континентальной коре; дан-

ными Б.П.Золотарева (1979) по тихоокеанским островным дугам и др. А.А.Беусом и др. в 1976 г., а позже в ИМГРЭ (Москва) опубликованы средние содержания химических элементов, которые за редким исключением не имеют принципиальных отличий от данных А.П.Виноградова. В 2007 г. группой исследователей (Коваленко и др., 2007) опубликованы составы магм и мантии срединно-океанических хребтов, внутриплитных океанических и континентальных обстановок, которые использованы нами частично, ввиду несопоставимости этих данных с таковыми островодужных базальтов Малого Кавказа.

Распределение щелочных элементов Na, K, Li, Rb

На Малом Кавказе, в островодужной Лок-Агдамской зоне, в средней юре (нижний байос) широкое площадное развитие получили базальты и андезибазальты общей мощностью, по Р.Н.Абдуллаеву, около 3 км, среди них выделены толеитовые, известково-щелочные и высококалиевые базальты (Абдуллаев, Мустафаев, 1995). Содержание Na во всех трех типах базальтов (табл.1) близкларковое. В первых двух типах базальтов содержание Li (18 г/т) несколько выше кларка основных пород, а в высококалиевых базальтах (22 г/т) несколько выше, чем в средних породах (табл.1). Зависимость содержаний Li от Na не фиксируется. В распределении же калия в базальтах Малого Кавказа четко выявляется увеличение его содержания от толеитов через известково-щелочные базальты к высококалиевым базальтам (0,26; 0,54 и 0,95% соответственно). Однако такой последовательности в распределении Rb в разнотипных базальтах не установлено, его содержание составляет 25, 20 и 24 г/т соответственно. Однозначно определено резко пониженное содержание рубидия во всех типах базальтов – в два раза ниже кларка и в 3-4 раза ниже содержания рубидия в континентальной коре.

Таблица1

Средние содержания щелочных элементов в мезозойских магматитах Малого Кавказа по материалам Р.Н.Абдуллаева, М.А.Мустафаева (1995) и Г.В.Мустафаева

Место взятия проб	Породы	Na	K	Li	Rb	Na/Li	K/Rb
Малый Кавказ, верхнебайосские кислые магматиты	Лавовая фация (20)	2,69	2,06	11,5	33,5	2339	615
	Субвулканическая (12)	2,83	1,48	4,9	22,5	5775	657
	Интрузивная (7)	3,73	0,84	4,7	17	7803	4941
	Среднее	3,08	1,46	7,0	24,3	5305	2071
Малый Кавказ, нижнебайосские основные магматиты	Толеиты (48)	2,63	0,26	18	25	1455	100
	Изв.-щелочные базальты (27)	2,68	0,54	18	20	1483	305
	Высококалиевые базальты (39)	2,48	0,95	22	24	1127	404
	Среднее	2,59	0,58	16	23	1355	296
Кларки по А.П.Виноградову	Кислые породы	2,77	3,34	40	200	692	167
	Средние породы	3,0	2,30	20	100	150	230
	Основные породы	1,9	0,83	15	45	1293	184
По Б.Г.Лутцу	Состав континентальной коры	2,68	2,33	16	85	1600	275
	Состав мантии	0,38	0,05	1,6	2,3	2400	240

Примечание: в скобках указано количество анализов. Содержания Na и K даны в %, Li, Rb – в г/т.

Нижнебайосские базальты во времени сменяются верхнебайосскими риолитами. В табл.1 приводится содержание щелочных элементов в интрузивной, субвулканической и лавовой фациях риолитовой составляющей формации. В распределении Na намечается слабое уменьшение его содержания от интрузивной к субвулканической и лавовой фациям. В распределении же калия фиксируется увеличение его содержания в той же последовательности. В содержании натрия ни в базальтовом, ни в риолитовом комплексах существенных отличий нет, но калия значительно больше в риолитовой составляющей, хотя по сравнению с кларком кислых пород в них содержание калия в 1,5-3 раза ниже. Соответственно ниже (до 9 раз относительно кларка кислых пород) в них содержания не только лития, но и рубидия. Интересно, что средние содержания рубидия в толеитовом и риолитовом комплексах байосской базальт-риолитовой формации Малого Кавказа практически не отличимы: 24,3 г/т – в базальтах, 23 г/т – в риолитах. По данным Б.Г.Лутца, содержание рубидия в континентальной коре составляет 85 г/т (что ниже кларка средних пород по А.П.Виноградову). В малокавказских магматитах независимо от типа пород содержание рубидия в 3-4 раза ниже даже этой оценки. Из рисунка 1 видно, что в распределении Na, K, Li в базальтах различных геодинамических обстановок наблюдается определенная закономерность, хотя анализы выполнены разными лабораториями в различные годы. Но четко выделяется высокий кларк рубидия в основных породах по А.П.Виноградову (45 г/т). Вычисления А.А.Беус и др. (1976) подтверждают высокое содержание в основных породах рубидия, составляющее 50 г/т.

В верхнеюрско-нижнемеловых интрузивах (табл.2) распределение щелочных элементов выражено следующим образом. В полифазных интрузивах (Дашкесанский и др.) содержание Na в габброидах I фазы, гранитоидах II фазы и гранитах III фазы варьирует слабо, в пределах 2,70-2,92%, хотя в кварцевых диоритах Гядабейского и Мехманинского интрузивов содержание Na несколько выше (3,08 и 3,86%), но не выходит за пределы кларка средних пород. В габбро содержание Na выше кларка, а в гранитоидах равно кларку. Содержание Li, за исключением габбро Дашкесана (20 г/т), в которых оно несколько превышает кларк основных пород (15 г/т), в целом по всем интрузивам и гранитоидным фазам полифазных интрузивов в два-три раза ниже кларка. При этом в Дашкесане содержание Li от габброидов I фазы к гранитам III фазы закономерно понижается от 20 до 8 г/т, тогда как оно должно было по направлению к кислым породам повышаться. В отличие от Na и Li распределение K и Rb соответствует общей закономерности, т.е. от габбро к гранитам содержание K повышается, закономерно повышается также содержание Rb, тем не менее, его содержание в средних и кислых породах ниже кларков в 2-2,5 раза. Исследователи отмечают в габброидах ранней фазы Дашкесана фациальные переходы от габбро к габбро-диоритам и диоритам, а в гранитоидах второй фазы – многочисленные ксенолиты вмещающих пород и пород первой фазы. Такие нерастворенные ксенолиты установлены также в Габахтапинском, Учтепе-Гызылгаинском и других интрузивах. Однако эти местные изменения составов пород, выраженные гибридизацией и контаминацией, не могли существенно влиять на состав инициальной магмы, характеризующейся вышеприведенными особенностями – повышенными содержаниями лития в основных породах при резко пониженном содержании рубидия в кислых породах.

Распределение щелочноземельных элементов Ba, Sr

Распределение Ba и Sr в магматических породах мезозоя Малого Кавказа и сопоставление их с аналогичными породами других регионов, коры и мантии приводятся в табл. 3 и на рис. 2. Сопоставление распределения и содержаний Ba и Sr в базальтоидной и риолитовой составляющих контрастной базальт-риолитовой формации Малого Кавказа показало, что содержание стронция закономерно понижается от базальтов к риолитам, что характерно для распределения этого элемента, однако содержание бария не увеличивается, как должно было бы быть, а, наоборот, уменьшается. Это трудно объяснить. В породах обоих комплексов содержание этих элементов более высокое, в 1,5 раза превышает их кларки. Эти содержания выше, чем в континентальных толеитах и в целом во всей континентальной коре.

Таблица 2

Средние содержания щелочных элементов в вехнеюрско-нижнемеловых интрузивах Малого Кавказа по Г.Х.Эфендиеву и др.(1965), с дополнениями Г.В.Мустафаева

Интрузивы	Породы	Na	K	Li	Rb	Na/Li	K/Rb
Дашкесанский	Габброиды, I ф.	2,78	1,34	20	50	1390	268
	Гранитоиды, II ф.	2,92	2,34	12,5	50	2336	468
	Граниты, III ф.	2,83	4,06	8	72	2892	564
Учтепе-Гызылгаинский	Гранодиориты, I ф.	2,87	2,60	13,3	103	2158	252
	Граниты, II ф.	2,70	3,72	7,2	124	3750	300
Чанахчичайский	Габброиды, I ф.	2,79	0,89	7,6	10	3671	890
	Кварц. диориты II ф.	2,80	1,33	9,4	36	2978	363
Гядабейский	Кварц. диориты II ф.	3,08	1,12	9,2	28	3347	396
Мехманинский	Кварц. Диориты, тоналиты	3,86	0,9	8,1	23	4736	346
Средние содержания по типам пород	Габброиды (12)	2,78	1,12	14	30	2014	373
	Кварц. диориты (35)	3,0	1,17	9	32	3320	362
	Гранодиориты (12)	2,9	2,47	13	76	2248	325
	Граниты (10)	2,76	3,89	7,6	98	3632	397
Кларки по А.П.Виноградову (1962)	Кислые породы	2,77	3,34	40	200	692	167
	Средние породы	3,0	2,3	20	100	1500	230
	Основные породы	1,94	0,83	15	45	1266	184
	Ультраосновные	0,57	0,03	0,5	2	2850	150
Состав континентальной коры по Б.Г.Лутцу (1975)		2,68	2,33	16	85	1600	275
Состав мантии под континентами по Б.Г.Лутцу (1975)		0,38	0,05	1,6	2,3	2400	240

Примечание: в скобках указано количество анализов. Содержания Na и K даны в %, Li, Rb – в г/т.

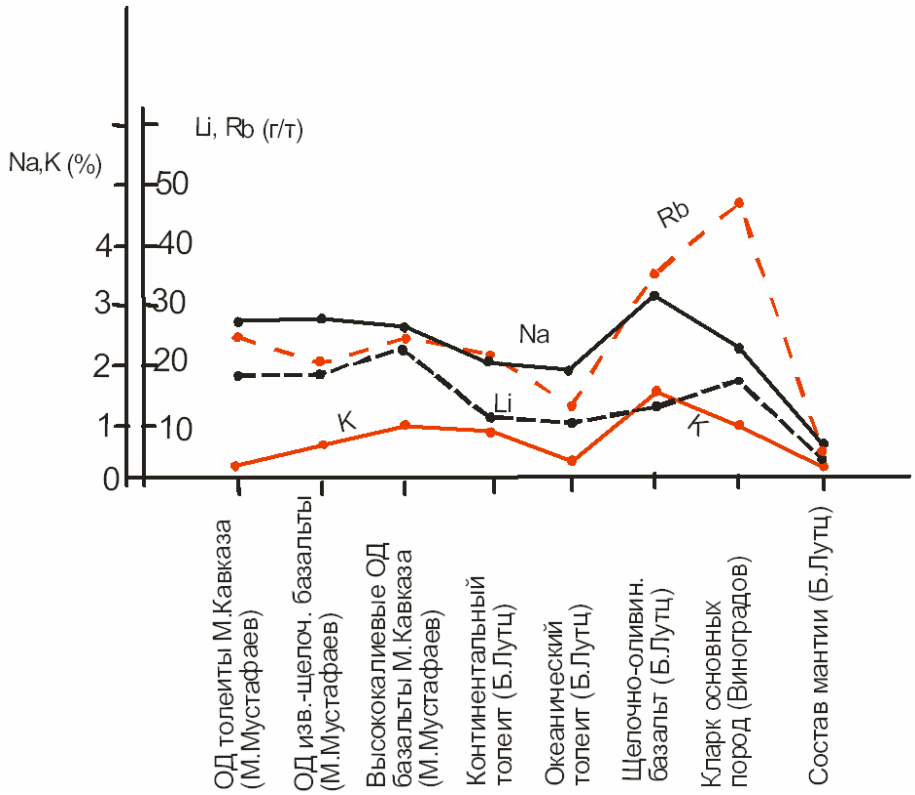


Рис. 1. Средние содержания щелочных элементов в базальтах различных геодинамических обстановок.
Примечание: ОД-островодужные

Сравнение с базальтами других геодинамических структур (рис. 2), а также с континентальной корой и мантией, по Б.Г.Лутцу (1975), показывает, что содержание Sr в островодужных толеитовых и известково-щелочных базальтах мезозоя (нижний байос) (Малый Кавказ) значительно, в 2 раза выше, чем в тихоокеанских островодужных базальтах (по Б.П.Золотареву, 1979). Возможно, высокие содержания Ba и Sr в базальтах малокавказской островной дуги объясняются более древним возрастом мезозойских базальтов относительно тихоокеанских островных дуг (кайнозой), соответственно, возможным привносом данных элементов в период их длительного существования, либо же большей насыщенностью указанными элементами первоначального состава магматического расплава. С другой стороны, содержание стронция в базальтах Малого Кавказа близко к таковым щелочно-оливиновых базальтов, хотя и несколько ниже, но выше чем в континентальных толеитах и в целом в 2 раза выше, чем в континентальной коре. Согласно Б.Г.Лутцу, содержания Ba и Sr в океанических толеитах, и в верхней мантии резко пониженные (стронций 123 г/т и 35 г/т соответственно, а бария – всего 19 и 26 г/т), максимальные же содержания Sr – 1220 и Ba – 3040 г/т, по В.И.Коваленко и др. (2007), определены в магматических расплавах континентальных внутриплитных обстановок.

При установлении закономерностей распределения Ba и Sr в полифазных интрузивах (табл.4) выявляется, что от габброидов к гранитам содержание стронция уменьшается, а бария увеличивается. Эта тенденция четко прослеживается не только в отдельных интрузивах, но в целом по средним их содержаниям в петрохимических типах пород и отражает общую закономерность их распределения. Что же касается вопроса концентрации указанных элементов, то содержание и бария, и стронция в мезозойских интрузивах во всех типах пород в 1,5 раза выше их кларков.

Таблица 3

Средние содержания Sr и Ba (г/т) в байосской базальт-риолитовой бимодальной серии Малого Кавказа по материалам Г.В.Мустафаева и М.А.Мустафаева

Породы	Петрохимические типы	Sr	Ba	Ba/Sr
Базальты (95 пр.)	Толеитовые	540	1290	2,4
	Известково-щелочные	580	1390	2,4
	Высококалиевые изв.-щелочные	590	1445	2,2
	Среднее	570	1375	2,4
Кислые эффузивы (55 пр.)	Дациты	930	480	0,43
	Плагиориодациты	390	1210	3,1
	Низкощелочные дациты	288	1183	4,1
	Высокомагнезиальные риолиты	375	1286	3,5
	Среднее	496	1040	2,8
Кларки пород (Виноградов, 1962)	Кислые	300	830	2,7
	Средние	400	650	1,6
	Основные	440	300	0,7
	Ультраосновные	10	1	0,1
Состав базальтов и континентальной коры (Лутц, 1975)	Континентальный толеит	450	244	0,15
	Щелочно-оливиновый базальт	669	500	0,74
	Состав континентальной коры	321	658	2,0

Примечание: в скобках указано количество проб.

Таблица 4

Средние содержания Sr и Ba (г/т) в мезозойских интрузивах Малого Кавказа по Г.В.Мустафаеву

Интрузивы	Породы	Sr	Ba	Ba /Sr
Дашкесанский	Габброиды, I ф.	690	1300	1,88
	Гранитоиды, II ф.	480	1550	3,23
	Граниты, III ф.	450	1850	4,11
Гядабейский	Габброиды, I ф.	710	1400	1,97
	Кварц. диориты II ф.	600	1800	3,0
Чанахчичайский	Габброиды, I ф.	460	1129	2,45
	Кварц. диориты, II ф.	560	1430	2,55
Кошкардагский	Габброиды	500	1185	2,37
	Кварц. диориты	520	1180	2,27
Мехманинский	Кварц. диориты	540	1161	2,15
Дашбулагский	Кварц. диориты	670	1117	1,67
Барумский	Гранодиориты	560	1540	2,75
Атабекский	Плагиограниты, II ф.	230	1580	6,86
	Лейкограниты, II ф.	140	1430	10,2
Средние содержания по типам пород	Габброиды (28)	590	1253,5	2,12
	Кварц. диориты (34)	578	1337,6	2,31
	Гранодиориты (9)	520	1545,0	2,97
	Граниты (4)	450	1850,0	4,11
	Плагиограниты (5)	230	1580	2,87
	Лейкограниты (5)	140	1430	10,2
Кларки по А.П.Виноградову (1962)	Основные породы	440	300	0,68
	Средние породы	400	650	1,62
	Кислые породы	300	830	2,76
Состав континентальной коры по Б.Г.Лутцу (1975)		321	658	2,0

Примечание: в скобках указано количество анализов.

Касаясь Ba/Sr отношения, надо отметить, что в базальтах Малого Кавказа оно равно 2,3, что соответствует этому отношению в континентальной коре, равному 2,0 по Г.Б.Лутцу. В кислых же эффузивах Ba/Sr отношение варьирует в пределах 3,1-4,1 (за исключением дацитов, где высокое, трехкратное, содержание Sr и во столько же пониженное значение Ba дают величину Ba/Sr=0,43). В остальных же типах кислых эффузивов высокое значение Ba/Sr отношения есть результат пресыщенности кислого магматического расплава барием, что оправдывает его некогерентность.

Распределение сидерофильных элементов Cr, Co, Ni и V

Необходимо оговориться, что ванадий одними исследователями относится к литофильным, другими – к сидерофильным элементам, но нами ванадий использован ввиду того, что он устанавливается во всех типах пород независимо от региона и петрохимического типа пород и постоянно присутствует в анализах.

Указанная группа сидерофильных элементов относится к когерентным элементам, и в отличие от Ba и Sr их содержания варьируют не так сильно. Они характерны для мантийных и глубинных магматических пород, непосредственно выплавляющихся из мантии. Выявление характера распределения сидерофильных элементов необходимо нам для возможного установления состава инициальной магмы мезозойских магматических формаций и степени их гибридности.

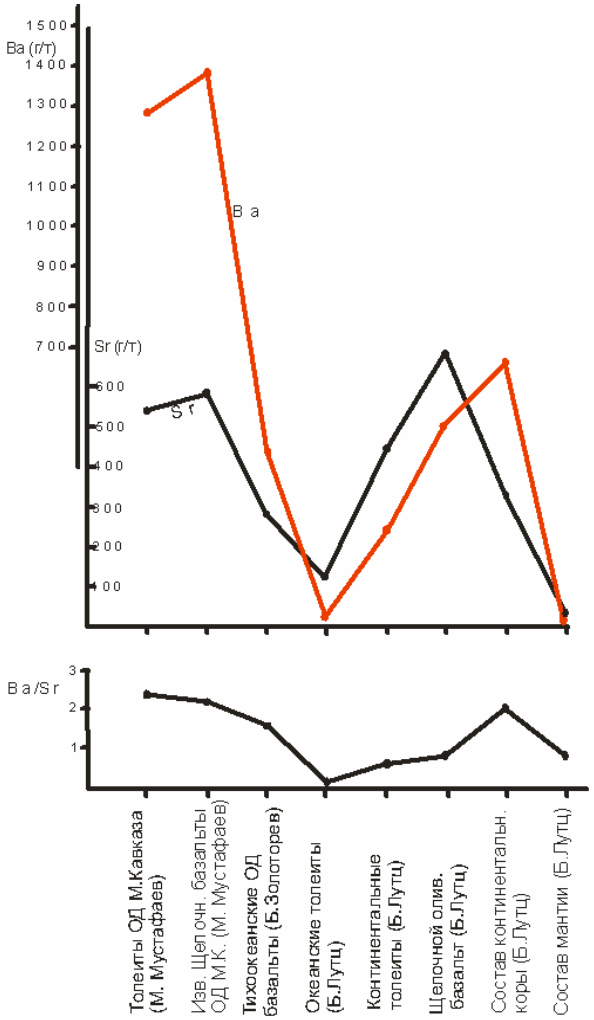


Рис. 2. Средние содержания Ba, Sr (г/т) в базальтах различных геодинамических обстановок

Содержания Cr, Co, Ni и V в малокавказских среднеюрских базальтах и данные, с которыми они сопоставляются, приводятся в табл.5, из которой следует, что в островодужных базальтах независимо от их петрохимического типа средние содержания Cr, Ni составляют 75,6 и 48,6 соответственно, что в 2,5-3 раза ниже их кларка в основных породах, больше соответствуют кларку средних, только содержание Co соответствует кларку основных пород. В вулканитах риолитового комплекса базальт-риолитовой формации средней юры Малого Кавказа содержание Cr, Ni, Co в 1,5-4 раза выше кларка кислых пород, а ванадия – кларковое. Таким образом, в отличие от базальтовой составляющей формации ее кислые члены содержат указанные элементы меньше, чем основные, но значительно больше, чем кларки кислых пород. Сравнение содержаний сидерофильных элементов в базальтах различных геодинамических обстановок (рис. 3) показало следующее. В островодужных толеитах мезозоя Малого Кавказа содержания Cr, Ni, Co выше, чем в Тихоокеанских островодужных толеитах и близки к их содержанию в континентальной коре по Г.Б.Лутцу. Содержание Cr ниже, чем в континентальных толеитах в 2 раза, относительно кларка основных пород и рифтогенных толеитов Севано-Акеринской зоны – в 3 раза, а океанских толеитов – в 4 раза, и несопоставимо низко по сравнению с породами мантии. Содержание же Co в базальтах всех сравниваемых структур близкларковое. Резко повышенное содержание кобальта наблюдается только в мантийных породах. Содержание ванадия в толеитах Малого Кавказа соответствует составу континентальной коры, но ниже кларка основных пород. В остальных типах пород и геодинамических обстановок содержание ванадия значительно выше кларка.

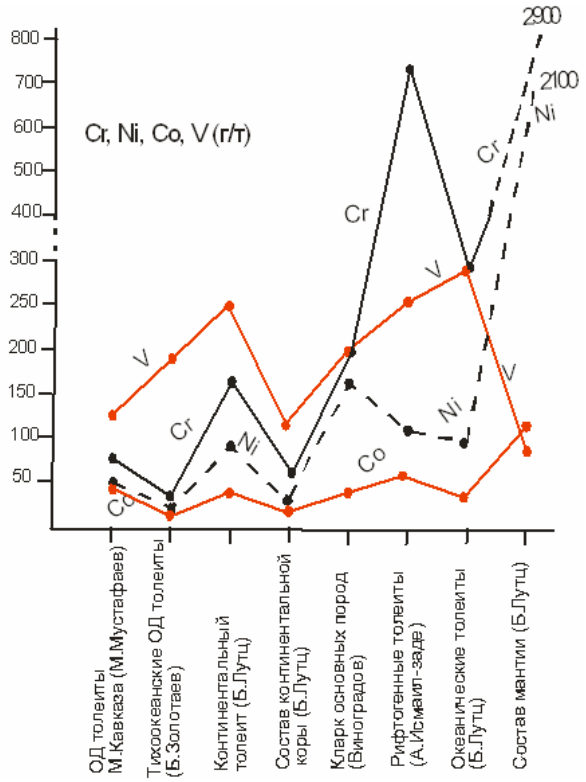


Рис. 3. Средние содержания Cr, Ni, Co, V в базальтах различных геодинамических обстановок

Таблица 5

Средние содержание сидерофильных элементов (г/т) в базальтах и кислых вулканитах мезозоя Малого Кавказа и их сравнительная оценка

Структуры	породы	Cr	Ni	Co	V
ОД базальты М.Кавказа, Лок-Агдамская зона (ниж.байос). По М.А.Мустафаеву (95)	Толеитовый базальт	74	42	38	80
	Известково-щелочной базальт	75	50	45	85
	Высококалиевый базальт	78	54	45	125
	Среднее	75,6	48,6	43	97
ОД кислые вулканиты Малого Кавказа, Лок-Агдамская зона (верхний байос). По М.А.Мустафаеву (55)	Дациты	36	31	15	70
	Риодациты	48	15	23	10
	Низкощелочные риодациты	40	31	21	75
	Высокомагнезиальные риодациты	53	25	19	79
	Среднее	44,2	25,5	19,5	74
Базальты островных дуг Тихоокеанского бассейна по Б.П.Золотареву (1979)		30	20	15	180
Базальты по Б.Г.Лутцу (1975)	Океанический толеит	300	100	32	290
	Континентальный толеит	162	85	40	250
	Щелочно-оливиновый базальт	127	76	32	244
	Калиевый базальт	92	40	38	44
	Состав континентальной коры	62	30	21	117
Кларки по А.П.Виноградову (1962)	Основные породы	200	160	45	200
	Средние породы	50	55	10	100
	Кислые породы	25	8	5	40

Примечание: в скобках количество анализов. OD-островодужные

Содержания сидерофильных элементов в кислых эффузивах базальт-риолитовой формации Малого Кавказа, естественно, ниже чем в базальтовой составляющей, но выше относительно кларков кислых пород в 1,5-4 раза.

В островодужной Лок-Агдамской зоне, в области развития вулканитов базальт-риолитовой формации, широко представленные гранитоидные массивы по возрасту разделяются на две группы: полифазные среднеюрские плагиогранитовые (Атабекский, Гилянбирский), являющиеся интрузивной фацией риолитового комплекса, а также верхнеюрско-нижнемеловые с габброидной I фазой (Дашкесанский, Гядабейский и др.) и монофазные кварц-диоритовые, гранодиоритовые (Мехманинский, Барумский и др.). Анализы на Cr, Co, Ni, V разновозрастных групп интрузивов (табл.6) показывают, что среднеюрские плагиограниты характеризуются нижекларковым (в 1,5-2,5 раза) содержанием Cr, Co, Ni,V, исключение составляют более калиевые аплитовидные лейкограниты, в которых содержание Co и V выше кларка кислых пород.

В интрузивах вехнеюрско-нижнемелового комплекса содержания Cr и Ni относительно кларков в габброидах ниже в 4 и 3 раза, в средних – в 2 раза, в кислых они близкларковые; Co в габброидах несколько ниже кларка, в средних и кислых гранитоидах – близкларковые, а V – несколько выше кларка в основных и средних породах.

Обсуждение результатов

Анализ содержаний и распределения щелочных элементов показывает, что в целом, независимо от петрохимического типа пород и глубины их формирования (интрузивная или эффузивная фация), магматиты исследованного региона относятся к объектам с резко пониженным содержанием Li и Rb. Влияние петрохимических особенностей пород на распределение данных элементов

более ощутимо для рубидия. Низкие их содержания предопределены глубинными причинами, в частности составом магматических расплавов, из которых кристаллизовались исследованные породы. Судя по низким содержаниям Li и Rb, образование кислых пород из гранитной магмы исключается, поэтому надо принять, что они дифференциаты основной магмы. Но в основных породах исследованного региона содержания лития и рубидия также низкие. В результате мы имеем во всей колонке магматических пород юрского возраста аномально низкие содержания Li и Rb, что может быть обусловлено первичным составом мантийных и мантийно-коровых расплавов.

Таблица 6

Средние содержания сидерофильных элементов в мезозойских интрузивных комплексах Малого Кавказа по Г.В.Мустафаеву

Интрузивы	Преобладающие типы пород	Cr	Ni	Co	V
Верхнеюрско-нижнемеловые интрузивы					
Дашкесанский	Габброиды, I фазы	15	32	35	292
	Гранитоиды, II ф.	7	8	14	155
	Граниты, III ф.	10	17	5	40
Учтепе-Гызылгаинский	Гранодиориты, I ф.	45	18	12	130
	Граниты, II ф.	27	14	4	41
Гядабейский	Габброиды, I ф.	86	84	34	195
	Кварц. диориты II ф.	17	28	21	189
Мехманинский	Кварц. диориты	28	31	20	98
Габахтапинский	Кварц. диориты	15	20	29	176
Ново-Гореловский	Кварц. диориты	20	15	22	206
Дашбулагский	Кварц. диориты	15	6	25	157
Барумский	Гранодиориты	13	6	8	58
Среднеюрские интрузивы					
Атабекский	Плагиограниты, I ф	14	6	2	18
	Лейкограниты, II ф	6	4	2	12
Гильанбирский	Плагиограниты, I ф	7	4	6	30
	Аплитовидные плагиограниты, II ф	9	5	20	98
Средние содержания по типам пород	Габброиды (50)	50	58	34	243
	Кварц. диориты (139)	19	20	23	165
	Гранодиориты (105)	22	11	11	114
	Граниты (50)	18	15,5	4,5	40
	Плагиограниты (70)	9	4,5	7,5	39,5
Кларки по А.П.Виноградову	Основные породы	200	160	45	200
	Средние породы	50	55	10	100
	Кислые породы	25	8	5	40
Содержания в континентальной коре по Б.Лутцу		62	30	21	117

Примечание: в скобках указано количество анализов.

Для всех мантийных пород – гранатовых перидотитов, пироповых эклогитов, шпинелевых лерцолитов и альпинотипных гипербазитов, согласно данным Б.Г.Лутца и других авторов, среднее отношение Ba/Sr близко к единице, хотя у различных авторов эти породы несколько отличаются по среднему содержанию. Установлено также повышение содержаний Ba и Sr от океанических толеитов через континентальные толеиты к щелочным оливиновым и калиевым базальтам. Вместе с ростом общей щелочности пород увеличивается и Ba/Sr отношение. Отмечается также, что магматические породы (базальты), выплавленные в мантии, по распределению Ba и Sr отличаются существенно высоким содержанием этих элементов относительно

собственно мантийных, исходных пород (перидотитов). Это явление Б.Г.Лутц объясняет экстракцией щелочноземельных элементов (Ba, Sr), при выплавлении базальтовых магм. Поэтому различны содержания этих элементов в континентальной коре и мантии. В первой из них содержания Ba и Sr выше в десятки раз, чем в мантии. Соответственно Ba/Sr отношение в континентальной коре составляет около 2 (в мантийных породах – около 1). В магматитах Малого Кавказа Ba/Sr отношения в целом соответствуют 2. Таким образом, по данным щелочноземельных элементов магмы исследованных пород отвечают условиям формирования на границе с верхней мантией (или в самой мантии) с дальнейшим внедрением в пределы коры. Данные по распределению Ba и Sr и Ba/Sr отношение свидетельствуют, о том, что магма толеитов и известково-щелочных базальтов Малого Кавказа – мантийно-корового происхождения и была насыщена щелочноземельными элементами, которые были в достаточном количестве поглощены при кристаллизации кальциевых минералов (плагиоклаза и др.), а непоглощенный избыток гидротермами был вынесен на дневную поверхность, что обусловило формирование многочисленных баритовых жил и прожилков, а в ряде случаев и промышленных залежей барита и барит-полиметаллических руд (Човдарское, Башкышлагское месторождения).

Согласно Д.Х.Грин и А.Э.Рингвуду (1968), породы, обогащенные некогерентными элементами, при низких давлениях характеризуются быстрым увеличением K/Sr и Rb/Sr отношений. В базальтах Малого Кавказа отношение K/Sr равно 10, что соответствует океаническим толеитам (11), а в риолитах равно 29, указывая на их гибридый состав. Надо отметить, что и в базальтах, и в риолитах содержание рубидия одинаково (23 и 24 г/т), хотя по содержанию калия они существенно отличаются: в базальтах среднее содержание калия – 0,58%, а в риолитах – 1,14%. Другими словами, вслед за повышением содержания калия в эффузивах содержание рубидия не повышается. Полученные для Малого Кавказа цифры Rb/Sr отношений (0,04) в базальтах соответствуют данным Грина и Рингвуда по континентальным толеитам, а K/Sr отношение отражает низкие давления при процессе формирования магматических очагов риолитов, соответствующие гипабиссальным условиям, что подтверждается также геологическими условиями формирования плагиогранитовых интрузивов—глубинных комагматов риолитов.

Закономерности распределения никеля и кобальта в породах Малого Кавказа приведены ранее в соответсвующем разделе. Согласно Л.И.Когарко (1973), Ni/Co отношение является надежным показателем мантийного происхождения магм. Это отношение для мантийных магм по данным как автора, так и других исследователей варъирует в пределах 2,2-7,6. На Малом Кавказе в базальтах контрастной базальт-риолитовой формации отношение Ni/Co в среднем составляет 1,14 не превышая 1,2, а в риолитовой составляющей формации оно равно 1,3. Следует отметить, что в интрузивных образованиях как среднеюрского, так и верхнеюрско-нижнемелового возраста это отношение не превышает 1,7 (в габброидах), за исключением малораспространенных гранитов, в которых оно равно 3,4 (но в гранодиоритах 1,0). В гранитоидах Локского массива, являющегося выходом кристаллического субстрата, по материалам Г.Т.Вашакидзе (2000), Ni/Co отношение также равно 1, более того, в мафических породах (метагаббро, метадиабазах и других типах пород) метаофиолитовой тектонической пластины Локского массива Ni/Co отношение не превышает 1,5. Для сравнения: в гипербазитах Севано-Акеринской зоны Ni/Co отношение, по материалам З.Б.Абдуллаева (2007), составляет 14. Эти и вышеприведенные данные свидетельствуют о том, что мезозойские магматиты Малого Кавказа не являются продуктами непосредственного плавления мантийного вещества, что доказывается также низкими содержаниями (за исключением ванадия), сидерофильных элементов, что наглядно видно при сопоставлении их с высокими содержаниями в базальтах и габброидах рифтогенной Севано-Акеринской структуры, с юга примыкающей к малокавказской островной дуге.

На гибридный, и возможно, контаминированный, основной состав магмы магматитов мезозоя по результатам минералого-геохимических данных было указано ранее (Мустафаев,1972; 2008), в связи с объяснением причины фемического профиля металлогении мезозойской малокавказской островной дуги. А.Д.Исмаил-заде (2006) опубликована новая точка зрения, объясняющая гибридный состав магматитов мезозоя Малого Кавказа ассими-

ляцией кислой магмой ультраосновных пород, что требует серьезного обоснования.

Заключение

Установление по геохимическим материалам генетической связи исследованных магматитов как основного, так и кислого состава с конкретными типами расплавов указывает на их образование на различных уровнях – мантийном и мантийно-нижнекоровом, с дальнейшим внедрением расплавов в более высокие уровни коры. Нижнебайосские базальты толеитовой и известково-щелочной серии являются производными вещества мантии эклогитового состава. Кислого состава верхнебайосские вулканиты, унаследовавшие геохимические черты основных магм, есть результат расслоения магмы основного состава, сильно обогащенной дополнительным привносом из глубин кремнекислых растворов. В результате не только плагиограниты интрузивной фации верхнебайосских вулканитов характеризуются высоким содержанием кремнезема, но и их ореолы насыщены кремнеземом в такой степени, что образовались широкие поля вторичных кварцитов. Верхнеюрско-нижнемеловые интрузивы характеризуются преобладанием кварцевых диоритов, соответствующих по химическому составу андезитам. Но в ряде случаев в них широко представлены гранодиориты и граниты (Дашкесанский и Учтепе-Гызылгаинский интрузивы). Однако геохимия исследованных элементов указывает на то, что они образовались не в результате прямой дифференциации родоначальной гранитной магмы «чистой линии», а кристаллизации гибридизированной и контаминированной разности инициальной магмы. Степень интенсивности этих процессов, вероятно, обусловила и гетерогенность магматических расплавов, отразившейся на вещественном составе как эффузивных, так и интрузивных пород различных структурно-формационных зон Малого Кавказа. Селективное и значительное обогащение всех типов пород региона щелочноземельными элементами, возможно, указывает также на процесс интенсивного мантийного метасоматоза, нашедшего отражение на продуктах контаминированных и гибридизированных магматических расплавов.

ЛИТЕРАТУРА

АБДУЛЛАЕВ, Р.Н., МУСТАФАЕВ, М.А. 1995. Типы мезозойских вулканических серий Лок-Карабахской зоны Малого Кавказа. *Тр. Института геологии НАНА*, 25, 14- 25.

АБДУЛЛАЕВ, З.Б. 2007. Альпинотипные гипербазиты Азербайджана. Баку. Нафта-Пресс, 295.

БЕУС, А.А., ГРАБОВСКАЯ, Л.И., ТИХОНОВАП, Н,И. 1976. Геохимия окружающей среды. Недра. Москва.

ВИНОГРАДОВ, А.П. 1962. Распространенность элементов в горных породах. *Геохимия,* 7.

ВАШАКИДЗЕ, Г.Т.2000. Палеозойские гранитоиды Локского массива. *Тр. ГИН АН Грузии, новая серия,* 115.

ГЕОЛОГИЯ АЗЕРБАЙДЖАНА.,т.Ш – Магматизм (под ред.Али-Заде Ак.А.). 2005.Баку. Нафта-Пресс. 434.

ГРИН, Д.Х., РИНГВУД, А.Э. 1968. Петрология верхней мантии. Мир. Москва. 334.

ЗОЛОТАРЕВ, Б.П. 1979. Петрохимия базальтоидов современного океана. В сб.: *Осадкообразование и вулканизм в геосинклинальных областях*. *Тр. ГИН*, .337. Наука. Москва.

ИСМАИЛ-ЗАДЕ, А.Д. 2006. Петрологическая интерпретация процесса гибридизма в мезозойских гранитоидных интрузивах Малого Кавказа. *Известия НАНА. Науки о Земле*, 2, 9-19.

ИСМАИЛ-ЗАДЕ, А.Д. 2007. Габбро-гипербазиты и проблемы офиолитов Малого Кавказа. Нафта-Пресс, Баку, 262.

КОВАЛЕНКО, В.И., НАУМОВ, В.Б., ГИРНИС, А.В. и др. 2007. Средние составы магм и мантии срединно-океанических хребтов и внутриплитных океанических и континентальных обстановок по данным изучения расплавных включений и закалочных стекол базальтов. *Петрология,* 15, 4, 361-396.

КОГАРКО, Л.Н. 1973. Отношение Ni/Co – индикатор мантийного происхождения магм. *Геохимия,* 10, 1441-1445.

ЛУТЦ, Б.Г. 1975. Химический состав континентальной коры и верхней мантии Земли. Наука. Москва. 167.

МУСТАФАЕВ, Г.В. 1972. О гибридизме магм мезозойских интрузивов Малого Кавказа и фемическом профиле эндогенного оруденения. В Тр.1V Всесоюзн.петрограф.совещания: *Магматизм, формации кристаллических пород и глубины Земли*. Наука, Москва, 25-27.

МУСТАФАЕВ, Г.В. 2008. К вопросу о влиянии вещества кристаллического фундамента на состав руд эндогенных месторождений. *Изв. НАНА. Науки о Земле*, 4, 13-21.

ЭФЕНДИЕВ, Г.Х., ГЕЙДАРОВ, А.С., МУСТАФАЕВ, Г.В. 1965. К геохимии лития, рубидия и цезия в гранитоидах Малого Кавказа. *Изв.АН Азерб.ССР*, 3, 44-51.

© Н.М.Заири, 2009

О ВОЗМОЖНОСТИ ГАРМОНИЗАЦИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СИСТЕМ И ОТЧЕТОВ ПО РЕСУРСАМ И ЗАПАСАМ В СТАНДАРТАХ, ПРИНЯТЫХ В РОССИИ И CRIRSCO – ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Н.М.Заири

группа компаний «Метрополь» – Корпорация «Металлы Восточной Сибири», Москва

В статье рассмотрены важные аспекты гармонизации принятых в советское время и в той или иной степени преемственности перенесенных в современные российские классификации принципов геологоразведочных работ и подсчета запасов с общепринятыми в мировой горнорудной (западной) практике подходами к оценке ресурсного потенциала месторождений твердых полезных ископаемых (шаблон CRIRSCO, базирующийся на кодексе JORC). Показаны теоретические аспекты гармонизации двух различных методических подходов и имеющиеся различия при проведении экспертной оценки ресурсных потенциалов рудных месторождений. На основе анализа проведенных автором экспертиз ресурсов/запасов месторождений золота, свинца и цинка, железа, а также ряда угольных месторождений России, Африки, Монголии, Австралии и др. даны рекомендации по практической гармонизации методик подсчета запасов/ресурсов как основы государственной политики при проведении стоимостных оценок выставляемых на аукцион объектов, так и принципы стимуляции недропользователя в части инвестирования в геологоразведочные работы (капитализация запасов).

В настоящее время существуют различные точки зрения на возможность гармонизации двух подходов к геологоразведочным работам (ГРР) и оценки их конечных результатов. Теоретически можно предположить, что при сопоставлении классификаций РФ и, например, JORC запасы и ресурсы могут соотноситься как (рис 1) ресурсы: предполагаемые (inferred) – кат. Р1, исчисленные (indicated) – Р1 + С2 и измеренные (measured) – С2+ С1; запасы: вероятные (probable) – С1 + В и доказанные (proved) – В+А.

Однако подобные сопоставления возможны только на уровне теоретических предпосылок, и скорее всего они не будут соответствовать действительности. В практической плоскости мы имеем несколько иное; из опыта работ с рядом консалтинговых компаний (IMC, SRC и др.) стало понятным, что отнесение предполагаемых ресурсов к кат. Р1 не вызывало возражений со стороны компетентных лиц – экспертов (КЭ). Но при попытке гармонизации остальных частей по кодексам JORC и РФ были выявлены существенные различия в подходах к процессу.

Во-первых – это наличие и ответственность КЭ при оценке сырьевого потенциала подготовленной к экспертизе геологически изученной территории с потенциально промышленно значимой минерализацией.

Во-вторых – это современные подходы к оценке качества ресурсов/запасов на основе создания достоверной электронной базы данных по результатам ГРР и горно-геологической модели в формате 3Д. На этой основе и определяется степень достоверности геологических данных и обосновываются направления и объемы уплотняющего и повышающего достоверность бурения. Это первая фаза использования модели.

В-третьих – это понятие объекта разведки – «месторождения» как товарного продукта. Западные компании с первого дня начала ГРР дают отчеты банкам для повышения капитализации запасов, что требует составления публичных отчетов по унифицированным формам. А повышение капитализации запасов достигается за счет повышения достоверности геологической информации и в первую очередь – уплотнения разведочной сетки.

Горные кодексы Австралии, Канады и других стран являются публичными и не допускают неоднозначности в трактовке результатов ГРР. Этим и достигается достоверность и прозрачность отчетов КЭ.

Таким образом, из трех основополагающих для горных кодексов позиций ни одна не нашла развитие в полной мере в российских аналогах, что и создает определенные трудности при попытках гармонизации двух методически различающихся подходов.



Рис. 1

Как видно из рис. 2, предусмотренная нормативными документами РФ стадийность ГРР подразумевает поэтапный подход от поисково-оценочной до разведки детальной и эксплуатационной. При этом директивно указаны масштабы работ, разведочная сеть, а есть ряд лицензий, в которых еще на поисково-оценочной стадии указан способ отработки, объемы бурения и т.д., необходимые для обеспечения подсчета запасов и ресурсов. Это тоже своеобразная унификация процесса, но здесь уже нет места для КЭ, а в более общем масштабе с такими подходами невозможно достигнуть поставленной задачи. Иными словами, мы переводим объект ГРР из разряда геологического проявления в экономическую категорию – месторождение, но полученные категории ресурсов/запасов практически невозможно использовать для капитализации запасов, к чему сейчас стремятся все серьезные российские горнорудные компании.

Роль КЭ в решении вопросов по оценке ресурсов/запасов можно проиллюстрировать на примере реанимации находящегося на грани банкротства южноафриканского месторождения Тавазимби, принадлежащего компании Kumba resources. Один из старейших железорудных активов ЮАР из-за интенсивной эксплуатации в течение 1,5 веков исчерпал ресурсный потенциал. КЭ, который был приглашен для решения проблемы, разработал Проект ГРР – Феникс и без излишних проволочек по согласованию его с недропользователем провел предварительное бурение в объеме 26 скважин до глубин 100-200 м на участках локализации неактивных ресурсов категории «исчисленные». На этом этапе была создана 0 версия геологической модели, анализ которой показал, что для перевода ресурсов в «доказанные» запасы требуется дополнительный объем уплотняющего бурения в объеме 30 – 35 скважин, и уже на этой основе была создана оценочная модель для подсчета запасов (рис 3). Результат – остановлена подземная добыча руды, оконтурены по суммарной разведочной сетке 50х25м тела с высококачественными рудами, содержащие запасы категории «вероятные» и подлежащие к добыче открытым способом.



Рис. 2

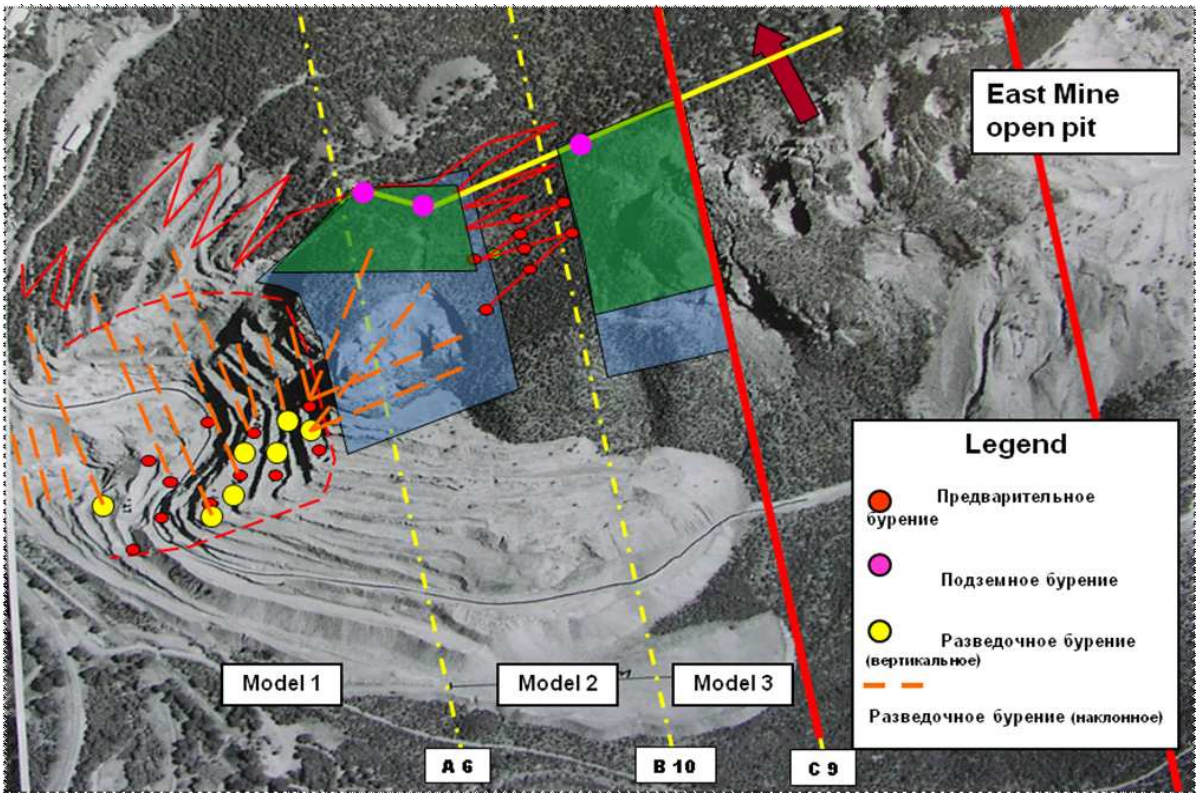


Рис. 3. Схематичный план развития буровых работ на месторождении Табазимби (материалы представлены Kumba resources)

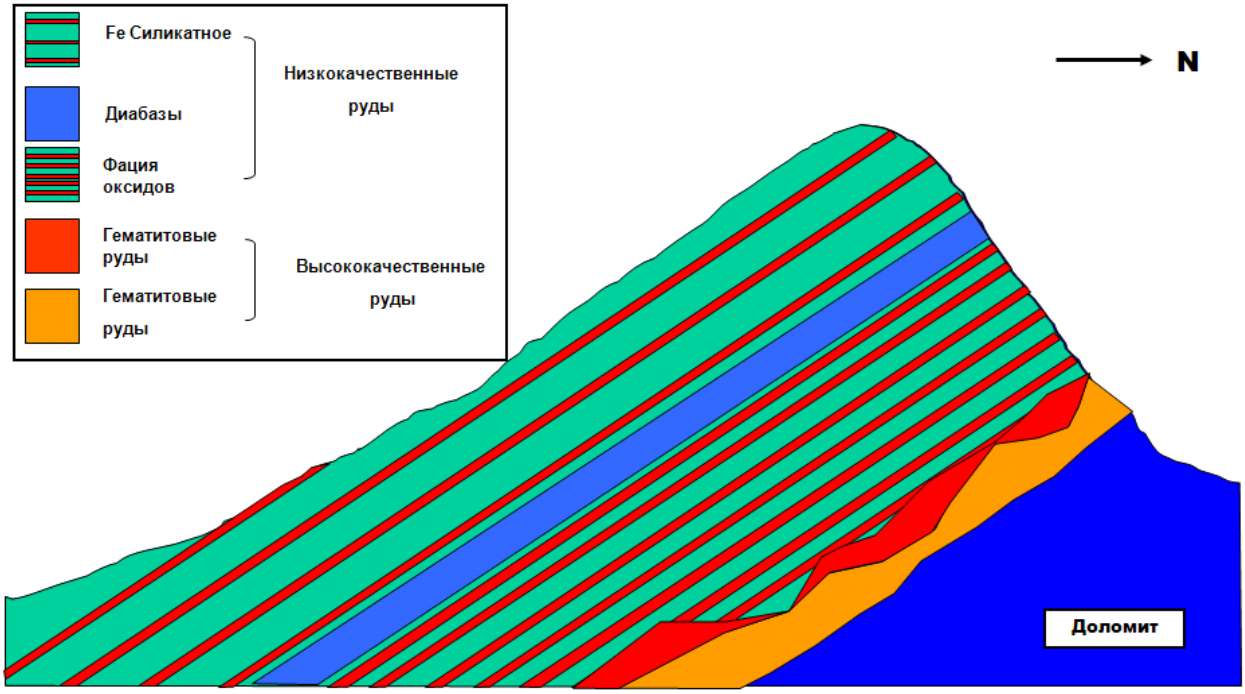


Рис. 4. Схематический разрез рудной зоны месторождения Табазимби после завершения работ по детальной разведке

После выполнения всех модификационных требований и заключения долгосрочного контракта с покупателем сырья «вероятные» запасы были переведены в «доказанные». В течение всего периода реализации Проекта КЭ подготавливал и передавал отчеты на биржу, и по завершении ГРР резко возросла капитализация запасов. На протяжении почти двухлетнего периода реализации Проекта Феникс риски были только у недропользователя, вложившего в него не один десяток миллионов долларов без согласования с департаментом геологии ЮАР.

В идеале мы планировали создать аналогичный Фениксу проект для одного из горнорудных предприятий ОАО «Северсталь-ресурс». Было получено принципиальное согласие недропользователя на подготовку техзадания к проекту, но прикинув в уме, через что придется пройти, чтобы добиться необходимого согласования, было решено остановить подготовку и реализацию данного проекта.

Следующая позиция – использование горно-геологических моделей для оценки достоверности ГРР, подсчета ресурсов и запасов и оперативного реагирования на конъюнктуру рынка при оптимизации добычного процесса.

Для перевода ресурсов из категории «предполагаемые», оконтуренных по сетке 200х100 м, в «исчисленные» КЭ провел дополнительное бурение и на его основе ее перевел основную часть ресурсов в высокую категорию. По нашей классификации для железорудных месторождений простого геологического строения разведочная сетка 100х200м отвечает запасам кат В (200х200 м). Для создания уплотняющей разведочной сети с целью перевода ресурсов в запасы категории «вероятные», КЭ дополнительно рекомендовал сетку 50х50 м, и на этой основе была сделана блочная модель (рис. 5), в пределах которой были выделены ресурсы «измеренные», часть которых была отнесена по комплексу признаков к «доказанным» запасам – по изменчивости содержания Fe в руде (от розового до малинового цвета), а синим отмечены ресурсы «измеренные». Как видно из рис. 1, «измеренные» ресурсы являются основой для перевода в запасы «доказанные». По классификации РФ на подобного рода месторождениях данная сетка не всегда используется при эксплоразведке для уточнения морфологии, внутреннего строения и контактов планируемых к выемке рудных тел.

Блочное моделирование – дополнительное бурение по сетке 50 х50 м - запасы категории вероятные
(Block-modeling – additional drilling with 50 x 50 m grid – probable reserves)

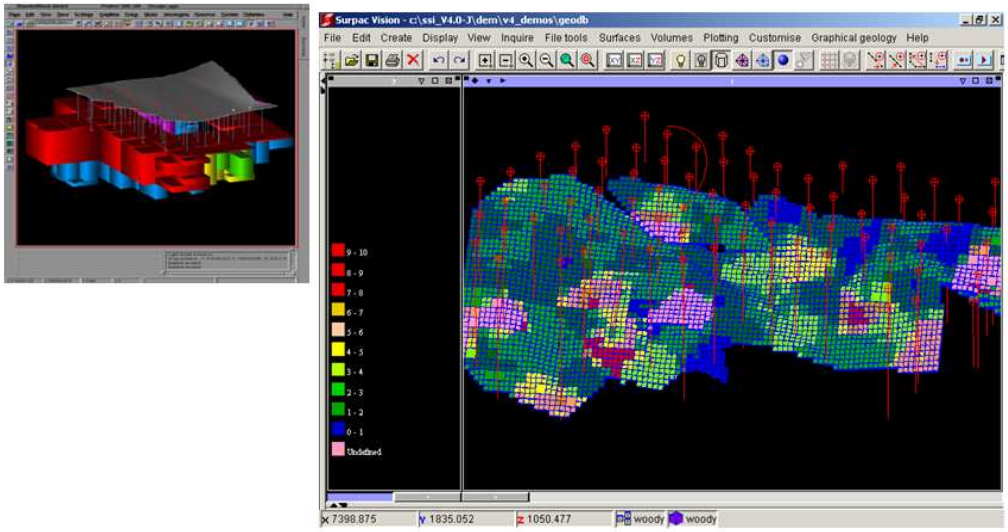


Рис. 5

На основе блочного моделирования КЭ также проверяет соотношение между размером блоков, средней плотностью сети опробования и используемыми методами поисков. Более того, при моделировании состояния горных работ, блочная модель пополняется данными по буровзрывным скважинам (6х6м) для обоснования параметров последующей выемки рудной массы, в том числе и по борту, в соответствии со среднесрочной рыночной конъюнктурой. Эта же конъюнктура определяет направление горных работ, целесообразное для рентабельной выемки руды. Имеющийся у автора опыт попытки изменить параметр бортового содержания показал необходимость подготовки такого объема бумажной документации и доказательств, что попытка была остановлена. И это понятно с точки зрения нормативной базы РФ – как правило, речь всегда идет о повышении борта при снижении запасов. Принципиально же речь идет о качестве добываемого сырья и возможности оперативно сбывать продукцию. При этом экологическое законодательство ставит перед недропользователем проблему минимизации отходов переработки горной массы (по JORC – один из важных модифицирующих факторов). Геологическая модель позволяет оперативно решать эти вопросы и на основе годового планирования горных работ выделять участки с «доказанными» запасами, наиболее благоприятные для отработки.

Данный тезис можно иллюстрировать материалами по угольным месторождениям – варьируя такими параметрами кондиций, как мощность и внутренняя однородность пласта и, соответственно, зольность угля, можно выделить участки, в которых локализованы запасы, по модифицирующим факторам пригодные к добыче. Согласно существующим нормативным документам, в подсчет принимаются пласты по кондициям с минимальной мощностью пласта сложного и простого строения $\leq$ 0.7м и максимальной зольностью 40%. По степени разведанности отрабатываемый пласт на месторождении (Печерский угольный бассейн) по запасам квалифицирован по кат. С1 + В или, как предполагали выше, «вероятные» запасы по JORC. Последующая эксплуатационная разведка показала, что по внутреннему строению и качеству мы не можем достигнуть предложенной категоризации.

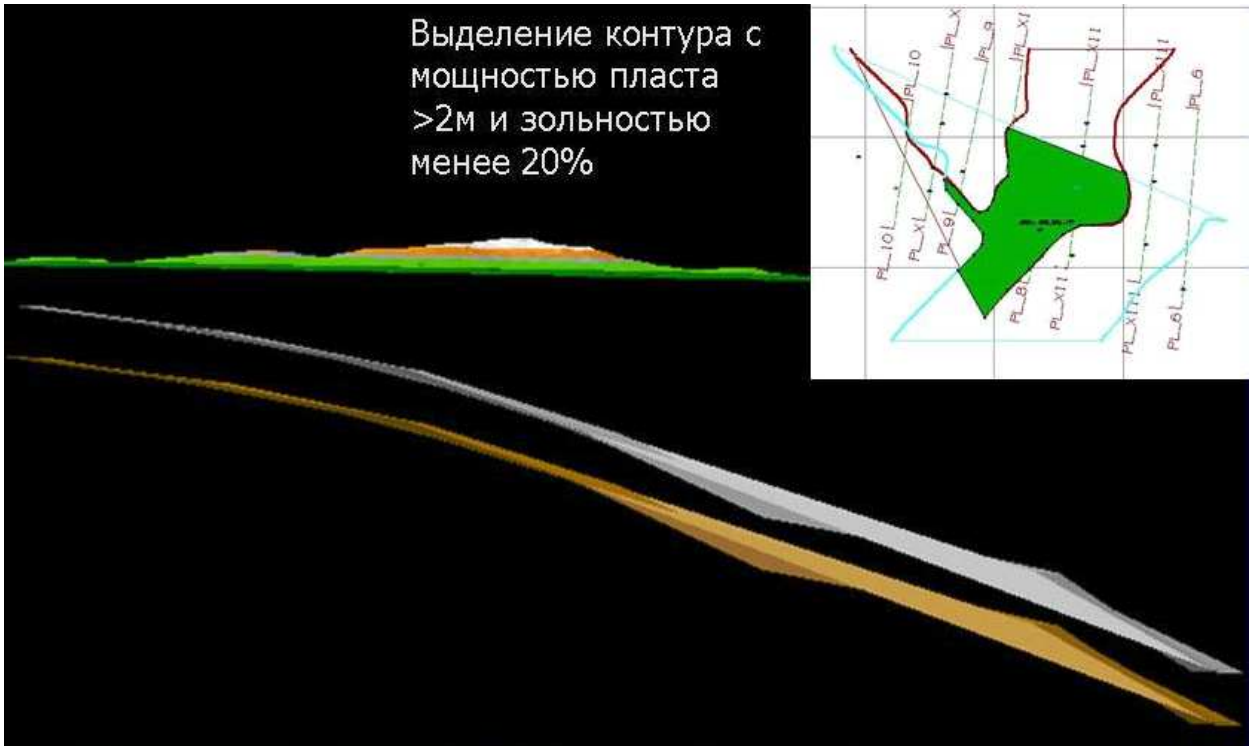


Рис. 6. Модели угольных пластов и поверхности

Принимая эти кондиции, для их соблюдения необходимо было производить выемку «засоренного» угля на площади в 2 раза больше, чем по экономически и экологически целесообразным нормам. А в качестве таковых следовало бы принимать минимальную мощность пласта 1,3 м при зольности ниже 20%. При таком подходе только эти запасы можно было бы отнести к категории «вероятных», а для перевода в «доказанные» требовалось бы провести уплотняющее бурение. И это без учета % потерь и разубоживания, что необходимо было бы иметь в виду при переводе «геологических» запасов в «промышленные». По результатам анализа геологической модели объемы экономически выгодных запасов сокращаются, соответственно сокращаются объемы выемки токсичных, слабоугленосных пород, и, как следствие, уменьшается техногенная нагрузка на окружающую среду. Без сомнения, если бы было проведено уплотняющее бурение и подготовлен доклад для биржи, то КЭ отнес бы эти запасы к категории «доказанные», но их количество было бы в 2 раза меньше, чем поставленные на баланс. Если смотреть с позиции российских нормативных документов, то реализация подобного подхода вылилось бы для недропользователя в проблему сверхнормативных потерь со всеми вытекающими последствиями. Но в этом случае встает и другая проблема, которая иллюстрируется на примере угольного месторождения Усинское (данные периода подготовки объекта к аукциону). На рис. 7 приведены сравнительные данные запасов, стоящих на госбалансе с запасами, подсчитанными по эксплуатационным кондициям как С1+ В+А.

Как видно, запасы угля в подсчетных кондициях (по мощности пласта) составляют в целом 1457,0 млн.т, а при экономически целесообразных (мощность пласта ≥1,3 м) – 884,0 млн.т. Иными словами, при добыче 573,0 млн.т угля частично будет складироваться в терриконниках, и частично – после обогащения отойдет в хвостохранилище. Так или иначе, наносимый при этом ущерб окружающей среде не будет компенсироваться никакими налогами (экологические или за «сверхнормативные потери» и т.д.). И очевидно другое, доклад по такому месторождению не позволит недропользователю повысить капитализацию запасов на фондовой бирже из-за неопределенности их категоризации по международным стандартам и не соблюдения ряда модифицирующих факторов.

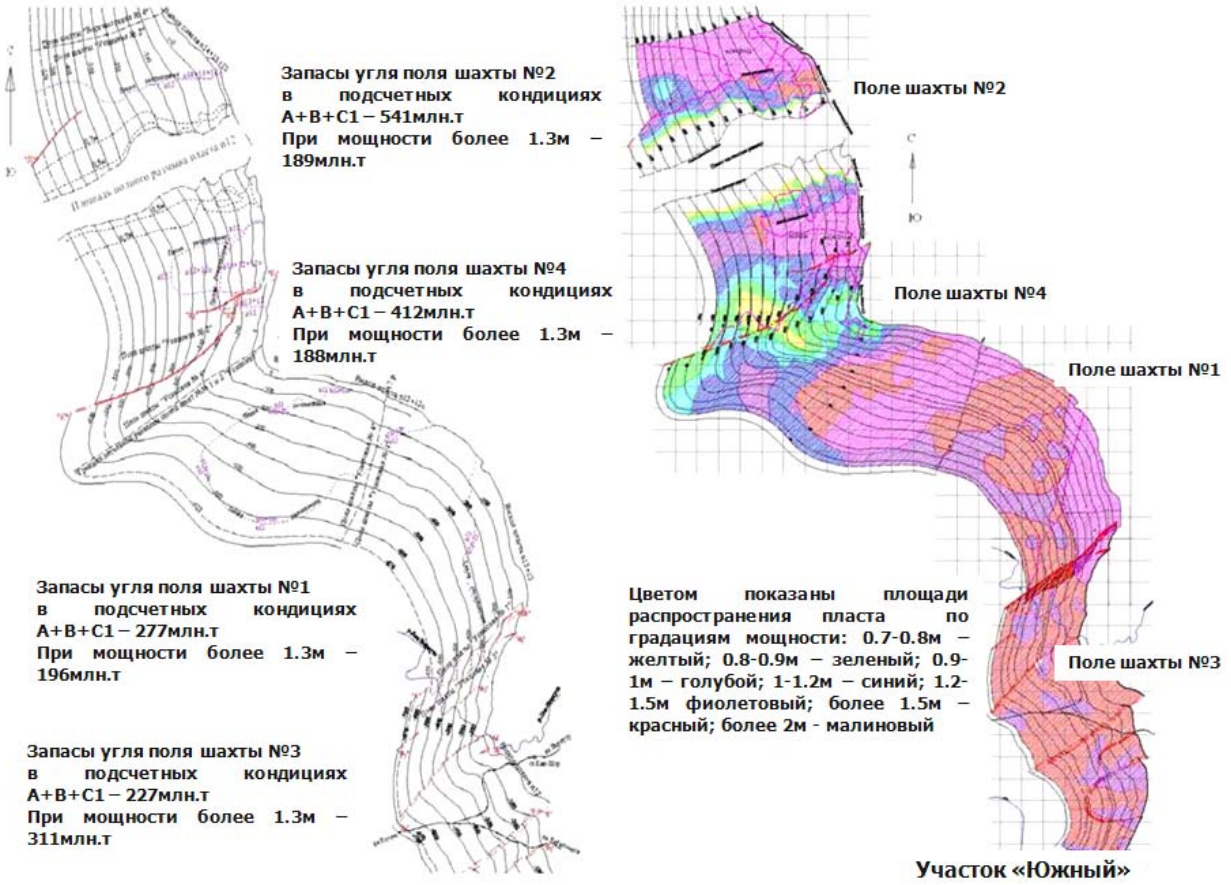


Рис. 7

В то же время без пересчета запасов по параметрам современных экономически целесообразных кондиций на аукцион будет выставляться не 884 млн.т, а 1457,0 млн.т угля, что приведет к расчету завышенной стартовой цены за объект.

Таким образом, использование современных технологий планирования и проектирования горных работ требует пересмотра законодательных актов в области недропользования и охраны недр. Они должны быть гибкими и привлекательными как для государства, так и для недропользователя.

Приведенные примеры показывают, с одной стороны, имеющиеся сложности гармонизации принципиально различных подходов к категоризации руд, а с другой – необходимость внедрения геологического моделирования в практику ГРР и добычных работ.

Как указывалось выше, согласно кодексу JORC, ресурсы по мере возрастания геологической изученности объекта делятся на две категории и включают в себя проявления промышленно значимой минерализации – «исчисленные» и оконтуренные (с оценкой ресурсов на уровне банковского ТЭО) – «измеренные» (рис 1).

Если подходить с этих позиции, то кат. C1+C2 могут быть отнесены к «исчисленным» (с предварительным банковским ТЭО), а кат. В (и часть кат. С1!) – к «измеренным». Категоризация запасов и их соотношение с ресурсами становятся более понятными при анализе рис. 1. Как видно, запасы «вероятные» напрямую связаны с «исчисленными» ресурсами, являясь детально изученной их частью. В случае их не подтверждения переходят в зависимости от детальности изученности в «исчисленные» или даже в «измеренные» ресурсы. А «измеренные» ресурсы являются базой для перевода в «доказанные» запасы. Именно с этого момента теряется связь между нашей категоризацией

запасов и западной.

Согласно определению, «вероятные» запасы – это экономически рентабельная для добычи часть «исчисленных» ресурсов, а при определенных обстоятельствах и «измеренных», с учетом потерь и разубоживания. «Доказанные» запасы – это экономически и технико-технологически рентабельная для добычи, с обязательным выполнением других модифицирующих факторов, часть «измеренных» ресурсов (с учетом потерь и разубоживания).

Таким образом, видно, что степень достоверности геологического, геолого-экономического и других т.н. модифицирующих факторов должна быть таковой, чтобы возможно было их использовать при подсчете запасов. Если в случае с «вероятными» запасами мы можем с определенной долей вероятности говорить о гармонизации с категориями запасов A + B, то приведенные выше примеры свидетельствуют, что для «доказанных» запасов у нас нет понятия категории такого уровня. К этому уровню запасов при соблюдении всех требований по модифицирующим факторам приближаются «подготавливаемые к эксплуатации» запасы. Но отнесение промышленных запасов к категории «доказанных» осложняется необходимостью выполнения в полном объеме требований к модифицирующим факторам.

Приведенные выше примеры, взятые автором из опыта работы с такими компаниями, как Forstescue Metals Group, BHP, Kumba resources, Anglo Ferrous и др., показали, что для обоснования запасов указанных категорий недропользователь оперативно уплотнял разведочную сетку до 100х50м и далее – до 50х50м, а в ряде случаев – до 25х25м. При этом решение по уплотняющему бурению принимал КЭ, и не надо было разрабатывать и утверждать Проекты на ГРР или дополнения к действующему Проекту. Очевидно и другое – сгущение разведочной сети в первую очередь связано со сложностью геологического строения того или иного месторождения. Данная позиция сближает классификации РФ и положенный в основу CRIRSCO кодекс JORC. Исходя из вышеприведенного, видно, что в рассматриваемых случаях четко работают две позиции – точка зрения и ответственность КЭ и желание недропользователя повысить капитализацию запасов за счет повышения качества ГРР. Все возможные риски при не подтверждении прогнозов являются рисками недропользователя.

Таким образом, видно, что попытка совмещения понятий ресурсы/запасы по российским и западным классификационным системам в практической плоскости не выдерживается, а для их гармонизации требуется внесение соответствующих изменений и дополнений в нормативную и законодательную базу страны в части методологии их подсчета, с учетом всех модифицирующих требований фондовых бирж. И в первую очередь это касается понимания того факта, что «доказанные» по кодеку JORC запасы – это высокой категории достоверности «промышленные» запасы, которые с позиции их капитализации можно было бы отнести к «коммерческим» запасам.

В завершение представляется целесообразным дать несколько практических рекомендаций в части позиций, препятствующих гармонизации классификаций РФ и JORC:

1. В классификации РФ учитываются геологические запасы, а в кодексе JORC – только промышленные (коммерческие);

2. В классификации РФ ресурсы/запасы даются с позиции рационального использования недр, в JORC – экономически рентабельные, с учетом кратко- среднесрочной коньюктуры рынка;

3. В классификации JORC оценка ресурсов/подсчет запасов дается на основе горно-геологической модели с возможностью оперативной оптимизации добычного процесса в зависимости от рыночной конъюнктуры;

4. В классификации JORC основу методологии составляет необходимость капитализации ресурсов/запасов;

5. Капитализация запасов в шаблоне CRIRSCO (по кодексу JORC) требует привлечения Компетентного лица – эксперта в части разработки рекомендаций по разведке, доразведке (уплотняющему, подтверждающему и т.д.) бурению, с месячно-квартальным отчетом фондовой бирже;

6. Необходимость повышения достоверности промышленных (коммерческих) запасов диктуется пропорциональным повышением стоимости акций объекта, что стимулирует

недропользователей к развитию и детализации геологоразведочных работ. Подобная политика в развитии недропользования поддерживается государством и является мощным стимулом стабильного развития и приращивания минерально-сырьевой базы страны;

7. Подобный подход государства к стимулированию недропользователя через фондовую биржу способствует развитию техники и технологии геологоразведочных работ и горного дела, а также росту квалификации кадров.

Некоторые рекомендации по гармонизации двух подходов к категоризации ресурсов/запасов:

1. Необходимо сближение положений промышленные – коммерческие ресурсы/запасы по кодексу JORC с основополагающим понятием классификации РФ – рациональное использование недр;

2. В шаблон CRIRSCO ввести понятие о рациональном использовании недр при геолого-экономической оптимизации промышленных – коммерческих ресурсов/запасов с целью наиболее полного использования ресурсов;

3. Введение в нормативную базу регламента защиты запасов по классификации РФ двухуровневой системы их оценки:

-авторской (или укрупненной) – для разработки PFS и BFS для капитализации ресурсов/запасов, которые принимаются и регистрируются в ГКЗ МПР РФ;

-основной – для постановки ресурсов/запасов на госбаланс в установленном порядке.

4. Ввести в шаблон CRIRSCO понятие о рациональном использовании недр при экономической оптимизации «геологических» запасов/ресурсов в промышленные (коммерческие) с целью более полного использования сырьевой базы месторождений;

5. Ресурсы/запасы, принимаемые на госбаланс, должны также рассчитываться с учетом потерь и разубоживания, для чего в нормативную базу классификации РФ ввести понятие и регламент расчета этих параметров, рассчитываемых с использованием горно-геологических моделей;

6. Ввести повышающие коэффициенты в шаблон CRIRSCO, отчеты фондовым биржам, а также в оценочные критерии ГКЗ при приемке ресурсов/запасов на госбаланс, при представлении на экспертизу безотходных технологий разработки и добычи минерального сырья и в первую очередь при подземном способе вскрытия месторождений;

7. Для повышения прозрачности отчетов по шаблону CRIRSCO рекомендуется сблизить методические подходы к развитию геологоразведочных работ, сблизив основные их стадии с принципами развития процесса РФ - JORC и в первую очередь в части создания гибкой системы сгущения (разряжения) разведочной сети в зависимости от сложности геологического строения объекта.

В завершение автор выражает благодарность Генеральному директору ЗАО «Северсталь групп» г. Мордашеву А.А., Главе ИФК «Метрополь» г. Слипенчуку М.В., Генеральному директору ЗАО «Северсталь-ресурс» г. Денискину Р.В., а также г. Якушеву В.Г. за предоставленную возможность на практике ознакомиться с основными принципами и методологией подсчета ресурсов/запасов в западном формате при экспертизе месторождений твердых полезных ископаемых в Австралии, Боливии, ЮАР, Китае, Зимбабве, Мексике, Бразилии, Боливии и др. странах.

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

© Н.А.Новрузов, 2009

УРАН, ТОРИЙ И КАЛИЙ – ИНДИКАТОРЫ ПОИСКОВ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД (на примере Филизчайского месторождения)

Н.А.Новрузов

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

Тесная зависимость между концентрациями урана и калия в рудовмещающих нижне-среднеюрских песчано-глинистых отложениях, пространственное совмещение относительно повышенных содержаний радиоактивных элементов с зонами околорудных гидротермально-метасоматических изменений, вертикальная зональность в распределении урана, тория, калия и величин Th/U позволяют использовать эти элементы в качестве геохимических критериев на поиски колчеданно-полиметаллических руд на Южном склоне Большого Кавказа.

Исследования распределения радиоактивных элементов во вмещающих породах колчеданно-полиметаллических месторождений имеют важное значение как для освещения геохимических особенностей этих элементов, так и для установления возможностей использования их в качестве геохимических критериев на обнаружение слепого колчеданно-полиметаллического оруденения и индикаторов процессов формирования этих руд (Сыромятников и др., 1971; Панкратьев и др., 1975).

Относительно распределения урана и тория в нижне-среднеюрских песчано-глинистых отложениях Южного склона Большого Кавказа, в которых сосредоточены многочисленные колчеданно-полиметаллические и медно-пирротиновые месторождения и рудопроявления, имеются отрывочные сведения (Новрузов, Гейдаров, 1980; Гейдаров, Новрузов, 1981; Вардзелашвили и др., 1983). Данные приведенных работ показывают, что колчеданные руды региона либо не содержат U и Th, либо содержат их в очень незначительном количестве. Это подтверждено также технологическими исследованиями: радиоактивным анализом в руде Катехского месторождения уран и торий не обнаружены (Глембоцкий и др.,1970)

Изучением характера распределения радиоактивных элементов во вмещающих породах Филизчайского месторождения выявлен ряд особенностей. Прежде всего следует отметить, что в геологическом строении месторождения принимают участие терригенные отложения плинсбахского и тоарского ярусов нижней юры. Верхнеплинсбахские отложения филизчайской серии представлены толщей глинистых сланцев, пачки которых чередуются с пакетами песчаного флишоида. Эта толща вмещает единую пластообразную залежь месторождения Филизчай и выступает в ядре Карабчайской антиклинали в виде относительно узкой полосы.

Многочисленными исследователями принимается полиэтапный и многостадийный характер рудообразования на Филизчайском колчеданно-полиметаллическом месторождении. Формирование руд происходило в три этапа. На первом этапе рудообразования произошло отложение гидротермально-осадочных серноколчеданных, на втором – гидротермально-метасоматических колчеданно-полиметаллических, а на третьем – гидротермально-метаморфогенных медно-пирротиновых руд. Продуктивные минеральные ассоциации колчеданно-полиметаллических руд имели наложенный характер и метасоматически развивались по ранним гидротермально-осадочным серноколчеданным рудам. Данные изотопных исследований (Гриненко и др., 1971; Заири, Зарянов, 1977) показали, что для колчеданоносной провинции Южного склона Большого Кавказа характерно господство ювенильной серы при относительно слабой контаминированности ее серой биогенного происхождения. На рассматриваемом месторождении рудообразование протекало в условиях меняющейся кислотно-щелочности рас-

творов. Основными текстурно-минералогическими типами руд месторождения являются: слоисто-полосчатый и массивный колчеданно-полиметаллический, массивный серно-колчеданный, пятнисто-брекчиевидный и прожилково-вкрапленный колчеданно-полиметаллический, массивный медно-пирротиновый. Слоисто-полосчатые колчеданно-полиметаллические руды, являясь главным природным типом, занимают основной объем пластообразной залежи.

Рудовмещающие песчано-глинистые отложения подвержены околорудным гидротермально-метасоматическим изменениям – окварцеванию, карбонатизации, хлоритизации и серицитизации. Наибольшая интенсивность гидротермально-метасоматических преобразований, пространственно и генетически связанных с оруденением, обычно наблюдается в лежачем боку рудной залежи – на участках распространения прожилково-вкрапленных руд.

Интервал колебания содержаний для урана в изученных породах обычно составляет 0,45-2 г/т (в одной пробе – 5 г/т), для тория – 4-24 г/т. Средние содержания урана в алевропесчаниках и глинистых сланцах одинаковы (1,4 г/т). В обеих фациях уран сравнительно больше концентрируется в гидротермально измененных разностях. Так, при переходе от неизмененных к гидротермально-измененным вмещающим породам содержание урана повышается в глинистых сланцах от 1,2 до 1,5 г/т, а в алевропесчаниках – от 1,1 до 2 г/т. Для тория наблюдается отчетливая приуроченность к глинистым сланцам, в которых сравнительно повышенная концентрация элемента установлена в породах, подвергшихся гидротермальным изменениям. В последних количество тория варьирует от 7,3 до 24 г/т и в среднем составляет 15,3 г/т. Необходимо отметить, что повышенные содержания урана в некоторых пробах алевропесчаников из подрудной толщи Филизчайского месторождения, несомненно, связаны с интенсивным развитием гидротермально-метасоматических изменений вмещающих пород именно в этой зоне.

Отмечается отчетливая вертикальная зональность в распределении радиоактивных элементов в исследуемых песчано-глинистых отложениях. Это особенно четко наблюдается для урана. Концентрация последнего плавно изменяется с глубиной в этих породах: в надрудной толще –1,2 г/т, рудном горизонте – 1,6 г/т, в подрудной толще –1,4 г/т. Для тория в целом характерна обратная картина: наименьшее содержание элемента обнаружено в песчано-глинистых сланцах из подрудной толщи – 9 г/т. Концентрация элемента в породах из рудного горизонта и надрудной толщи составляет 14,6 г/т и 11,3 г/т соответственно. Характер распределения калия в породах по вертикальному разрезу выглядит так: в надрудной толще –2,86%, в рудном горизонте – 3,57% и в подрудной толще – 0,61% (табл.1).

Торий-урановое отношение в изученных породах меняется от 1,6 до 16,0, а величина отношения среднего содержания тория к урану соответствует 7,8. Показатель величины торий-уранового отношения закономерно уменьшается от надрудной к подрудной толще: 9,4; 9,1; 6,4. Данные о закономерном уменьшении величин отношения Th/U по вертикальному разрезу вмещающих пород месторождения Филизчай подтверждают мнение о зональности в распределении урана и тория в изученных песчано-глинистых отложениях, возникающих в процессе формирования колчеданно-полиметаллических руд.

Особенности зонального распределения концентраций урана, тория и калия проследим в породах надрудной толщи вертикального разреза на примере двух скважин поперечного профиля XVI-XVI. По вертикальному разрезу скважины 49 содержание урана и калия с глубиной плавно увеличивается от 0,75 до 1,3 г/т и от 1,29 до 3,12% соответственно (расстояние от последней пробы вмещающих пород до рудной залежи составляет 7,5 м). В породах из скважины 50 количество радиоактивных элементов с глубиной сначала уменьшается: урана от 1,7 г/т до 1 г/т, тория от 14 до 8,7 г/т, калия от 2,61 до 1,56%. А с приближением к висячему боку залежи концентрация урана в породах увеличивается до 1,5 г/т, тория остается на прежнем уровне (8,7 г/т), а калия составляет 2,25%. В целом, во вмещающих породах Филизчайского месторождения наблюдается некоторое обогащение торием более высоких, а ураном и калием более глубоких горизонтов песчано-глинистых пород над рудной залежью.

Среднее содержание урана и тория в

рудовмещающих породах Филизчайского месторождения составляет 1,5 и 11,7 г/т, в частности в глинистых сланцах – 1,4 и 13,1 г/т, алевропесчаниках – 1,8 и 8,4 г/т соответственно. Таким образом, среднее содержание урана и тория в изученных песчано-глинистых отложениях в целом несколько меньше их кларков для земной коры. Несмотря на то, что среднее содержание урана в изученных сланцах более двух раз меньше кларка для осадочных пород земной коры, то для тория наблюдается несколько иная картина: 13,1 г/т против 11 г/т.

По мнению А.А.Смыслова (1974), в терригенных осадках наблюдается зависимость содержания урана (и в меньшей степени тория) от гранулометрического состава пород, т.е. увеличение содержания элементов в сторону глинистых сланцев, в которых уран находится в рассеянном состоянии и тесно связан с органическим веществом. Однако изученные нами глинистые сланцы отличаются от типичных черносланцевых формаций, в первую очередь, небольшим количеством органического вещества (Юдович, Кетрис, 1988) и кларковым содержанием урана в них. С другой стороны, по мнению А.А.Смыслова (1974), зависимость между ураном и органическим веществом более сложная и определяется рядом причин, к которым относятся: физико-химические особенности бассейнов седиментации, диа- и эпигенетические преобразования пород, степень их метаморфизма, наличие в них пирита и др.

Таблица 1

Распределение радиоактивных элементов по вертикальному разрезу вмещающих пород месторождения Филизчай

Горизонты	U, г/т	Th, г/т	K, %	Th/U
Надрудная толща	0,45-2,0 1,2(14)	4-24 11,3 (13)	0,08-6,91 2,86 (18)	9,4
Рудный горизонт	1,0-2,0 1,6 (7)	7,3-19 14,6 (5)	2,66-4,31 3,57 (7)	9,1
Подрудная толща	0,7-2,1 1,4 (2)	6-13 9 (3)	0,05-1,16 0,62 (2)	6,4

Примечание: в числителе – пределы содержаний, в знаменателе – среднее, в скобках – количество анализов.

Таблица 2

Статистические параметры распределения содержаний радиоактивных элементов в рудовмещающих породах Филизчайского месторождения

Элементы	n	Нормальная модель					Логнормальная модель			
		$\bar{x} \pm \lambda_{5\%}$	S^2	$\gamma_1/\delta_{\gamma 1}$	$\gamma_2/\delta_{\gamma 2}$	v, %	$\overline{\lg x} \pm \lambda_{5\%}$	S^2_{lgx}	$\gamma_1/\delta_{\gamma 1}$	$\gamma_2/\delta_{\gamma 2}$
U, г/т	24	1,5±0,4	0,79	4,760	7,210	58,8	0,13±0,09	0,06	2,98	2,99
Th,г/т	21	11,7±2,3	27,18	1,283	0,519	44,5				
K, %	52	1,72±0,3	1,03	0,188	1,724	58,9				

Примечание: *n* - количество анализов, $\bar{x}$ *и* $\overline{\lg x}$ - среднеарифметическое и среднее логарифмов содержаний, $\lambda_{5\%}$ - ошибка среднего при 5%-ном уровне значимости, S^2 *и* S^2_{lgx} - дисперсия содержаний и логарифмов содержаний, γ_1 - асимметрия, γ_2 - эксцесс, $\delta_{\gamma 1}$, *и* $\delta_{\gamma 2}$ - стандартные отклонения асимметрии и эксцесса, *v* - коэффициент вариации содержаний.

В рудовмещающих песчано-глинистых отложениях Филизчайского месторождения между ураном и зольностью установлена отрицательная корреляционная связь (r = -0,240), что косвенно указывает на связь урана с органическим веществом. Также отсутствует корреляционная связь тория с ураном и калием в этих породах. Установлен высокий коэффициент корреляции между ураном и калием (r = +0,635) во вмещающих породах рассматриваемого месторождения. Гистограммы распределения урана и калия в изученных нами песчано-глинистых отложениях имеют бимодальный, а тория – унимодальный характер с левосторонним эксцессом. По характеру распределения содержаний радиоактивных элементов во вмещающих породах месторождения Филизчай установлено, что торий и калий согласуются с нормальным типом, а уран с логарифмически-нормальным (табл.2).

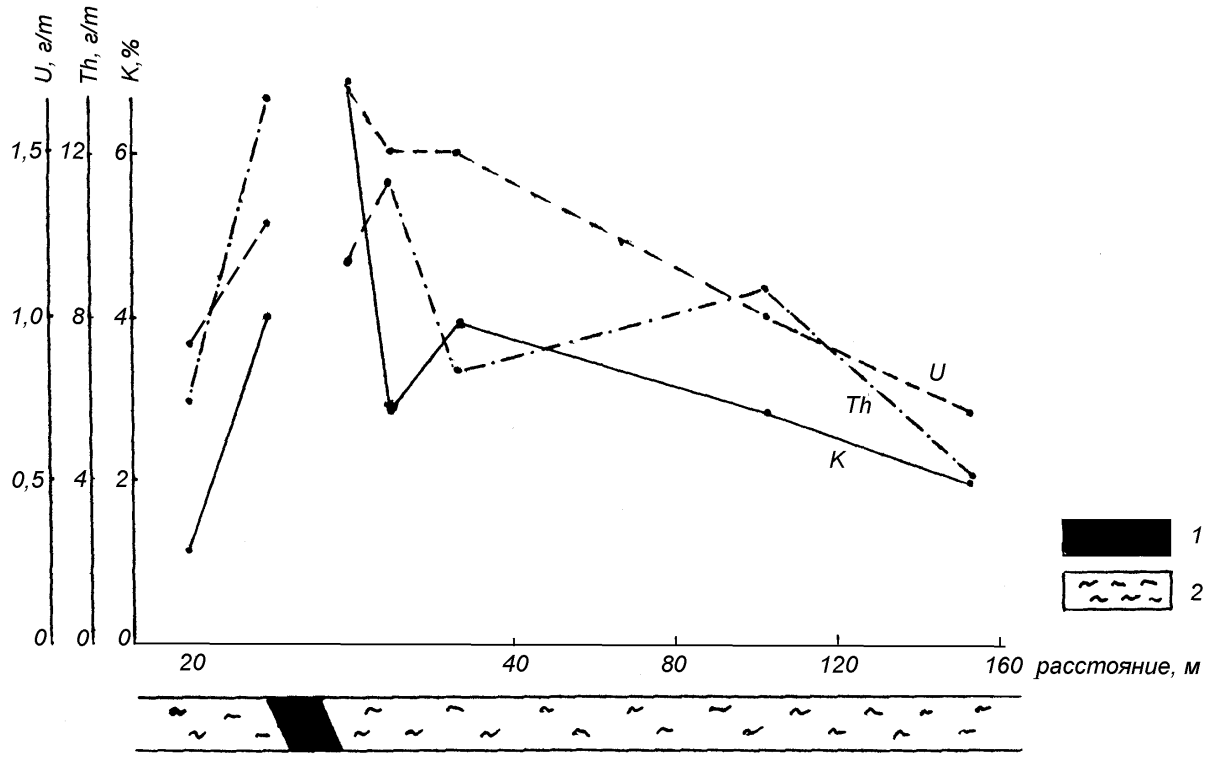
Содержание урана, тория и калия было определено также во вмещающих породах Катехского колчеданно-полиметаллического месторождения. Установлено, что содержание урана в глинистых сланцах (пределы 1-4 г/т, среднее 2,5 г/т) больше, чем в песчаниках (пределы 1-2,9 г/т, среднее 1,9 г/т). Аналогичное наблюдается и для тория: в глинистых сланцах – 4-8,5 г/т (в среднем 6,1 г/т), в песчаниках – 2,5-5,4 г/т (в среднем 3,9 г/т). Как в глинистых сланцах, так и в песчаниках пределы содержаний радиоактивных элементов неширокие. Величина торий-уранового отношения составляет 2,4 для глинистых сланцев и 2,1 – для песчаников. Уменьшение этого соотношения во вмещающих породах Катехского месторождения по сравнению с Филизчайским связано с заметным увеличением здесь концентрации урана и уменьшением тория. Необходимо также отметить, что в рудовмещающих породах месторождения Катех наблюдается повышение концентраций калия, в частности в глинистых сланцах: 2,91% против 1,67% в тех же породах из Филизчая.

Однако следует отметить, что несмотря на сравнительно низкое содержание урана в отдельных фациях осадочных пород региона, в частности в околорудных песчано-глинистых отложениях Филизчайского месторождения, обнаружение циркона в одном шлифе (Гейдаров, Новрузов, 1981), по-видимому, позволяет предполагать аномально-повышенные содержания урана в единичных пробах вмещающих пород названного месторождения.

Очень низкие содержания урана и тория в рудах различного минерального состава, по мнению ряда исследователей (Сыромятников и др., 1971; Панкратьев и др., 1975), вероятно, указывают на то, что эти элементы не привносились ни на одном из этапов минералообразования и наиболее вероятным является предположение о выносе их из зоны рудоотложения кислыми растворами ранних колчеданных этапов в условиях понижающейся кислотности, так как в отсутствии выноса эти руды должны были бы содержать радиоэлементы на уровне вмещающих их пород. По заключению авторов, факты относительно выноса урана и тория из вмещающих пород в зонах рудоотложения свидетельствуют об эпигенетичности рудообразующих процессов. Рассматриваемые вопросы, по-видимому, возникали и при изучении процессов формирования продуктивных минеральных ассоциаций эпигенетического гидротермально-метасоматического колчеданно-полиметаллического рудообразования на Филизчае.

В околорудных породах Филизчайского месторождения отчетливо проявляется закономерная зависимость концентраций радиоактивных элементов во вмещающих породах от минерального состава контактирующих с ними руд. Установлено, что сравнительно повышенные содержания радиоактивных элементов в отдельных пробах песчано-глинистых пород (K – 4,24-6,91%, U – 2-5 г/т, Th – 20-24 г/т) были обнаружены именно в приконтактовых зонах гидротермально-метасоматических колчеданно-полиметаллических руд, а наименьшие их количества (K – 0,05-0,10%, U – 0,45-0,7г/т) – вблизи массивных руд халькопирит-пирит-пирротинового состава.

Следовательно, около главной рудной залежи месторождения со стороны висячего и лежачего боков наблюдается увеличение содержаний урана, тория и калия во вмещающих песчано-глинистых отложениях. Имеющиеся аналитические данные свидетельствуют о сравнительно высоком уровне концентраций радиоактивных элементов в приконтактовых зонах колчеданно-полиметаллической залежи. Наблюдается также отчетливая зависимость между содержаниями урана, тория и калия в изученных вмещающих породах Филизчайского месторождения (рис.).



Изменение концентраций радиоактивных элементов во вмещающих породах вкрест простирания рудной залежи по ручью Филизчай. Условные обозначения: 1 – рудное тело; 2 – вмещающие породы.

Таким образом, тесная зависимость между концентрациями урана и калия во вмещающих породах Филизчайского колчеданно-полиметаллического месторождения, а также пространственное совмещение сравнительно повышенных содержаний радиоактивных элементов с зонами околорудных гидротермально-метасоматических изменений, вертикальная зональность в распределении урана, тория, калия и величины торий-уранового отношения позволяют использовать их в качестве геохимических критериев на поиски колчеданно-полиметаллического оруденения в нижне-среднеюрских песчано-глинистых отложениях Восточного Кавказа.

На основании проведенных исследований по распределению радиоактивных элементов в рудовмещающих породах можно прийти к следующим выводам:

1. Установлено, что во вмещающих породах Филизчайского месторождения нормальная модель наиболее полно отражает характер распределения содержаний тория и калия, а распределение урана согласуется с логнормальным законом. Гистограммы распределения содержаний урана и калия в околорудных песчано-глинистых отложениях имеют бимодальный, а тория – унимодальный характер с левосторонним эксцессом.

2. Выявленные закономерности, а именно: высокая корреляционная связь между содержаниями урана и калия, пространственное совмещение сравнительно повышенных концентраций урана, тория и калия с зонами околорудных гидротермальных изменений, вертикальная зональность в распределении этих элементов и величин Th/U позволяют использовать их в качестве геохимических индикаторов на поиски руд колчеданно-полиметаллического состава в регионе.

ЛИТЕРАТУРА

ВАРДЗЕЛАШВИЛИ, Н.С., КВИНИКАДЗЕ, М.С., АЛИБЕГАШВИЛИ, Б.А. и др. 1983. Геохимия урана, тория и элементов спутников в нижнеюрских отложениях Южного склона Большого Кавказа. *Сообщения АН Груз. ССР,* 112, 3, 573-576.

ГЕЙДАРОВ, А.С., НОВРУЗОВ, Н.А. 1981. Геохимические особенности распределения щелочных элементов и урана в породах Балакен-Загатальского района.

В кн: *Исследования в области неорганической и физической химии.* Элм, Баку, 102-108.

ГЛЕМБОЦКИЙ, О.В., МАКАРОВА, И.С., КАЛАШНИКОВА, Т.М., ВОРОНИН, А.Н. 1970. Изучение обогатимости руд новых месторождений Азербайджанской ССР (Катехское месторождение). Москва. Фонды МЭПР Азербайджана.

ГРИНЕНКО, Л.Н., ЗЛОТНИК-ХОТКЕВИЧ, А.Г., ЗАИРИ, Н.М. 1971. Изотопы серы Филизчайского колчеданно-полиметаллического месторождения на Кавказе. *Геология рудных месторождений*, 1, 62-75.

ЗАИРИ, Н.М., ЗАРЯНОВ, Ю.П. 1977. Об источниках серы колчеданных месторождений, подчиненных терригенным толщам. *Труды ЦНИГРИ*, 126, 131-140.

НОВРУЗОВ, Н.А., ГЕЙДАРОВ, А.С. 1980. Геохимические особенности рудовмещающих отложений и колчеданных руд Восточного Кавказа (Азерб.ССР). Тезисы докладов Всес. совещ. *«Геохимия платформ. и геосинкл. осад. пород и руд фанероз. и верхнепротероз. возраста»*. АН СССР, Москва, 323-325.

ПАНКРАТЬЕВ, П.В., КЛИМОВ, В.И., МАГДИЕВ, Р.А. 1975. Уран, торий, калий как индикаторы колчеданно-полиметаллических руд (на примере месторождения Хандиза, Южный Узбекистан). *Узбекский геологический журнал,* 2, 61-66.

СМЫСЛОВ, А.А. 1974. Уран и торий в земной коре. Недра. Ленинград. 231.

СЫРОМЯТНИКОВ, Н.Г., ТРОФИМОВА, Л.А., ЯРЕНСКАЯ, М.А. 1971. Уран и торий как индикаторы процессов образования колчеданно-полиметаллических руд месторождения Майкаин (Центральный Казахстан). *Геохимия,* 7, 846-854.

ЮДОВИЧ, Я.Э., КЕТРИС, М.П. 1988. Геохимия черных сланцев. Наука. Ленинград. 271.

Рецензент: академик А.Д.Исмаил-Заде

ГЕОГРАФИЯ

© R.M.Mammadov, K.M.Bagherzadeh, 2009

INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT FOR SEVEN SELECTED WETLANDS IN URMIA LAKE BASIN

R.M.Mammadov[1], K.M.Bagherzadeh[2]

1 – *Institute of Geography, National Academy of Science of the Azerbaijan*
ramiz.mamedov@geo.ab.az

2 – *Department of the Environment, I.R.IRAN*
mbkarimi@yahoo.com

ABSTRACT. The report presents baseline environmental, economic and social information for seven selected wetlands in two sub-basins of the Urmia Lake Basin. It assesses their condition and management requirements (particularly hydrology and ecology), and then makes recommendations for their more sustainable management. All of the wetlands have been affected to some degree by changes to their hydrology and all are suffering from high levels of nutrient pollution (eutrophication), particularly from fertiliser residues in the irrigation drainage waters. They are also threatened to a lesser extent by other activities such as overgrazing, introduction of non-native fish species and disturbance.

The study concludes that the traditional approach to wetland management in Iran is failing to safeguard these important wetlands, in the face of rapid development pressures. A new, more integrated approach is needed, in which the responsibilities for wetland management are shared between all stakeholders. The values and needs of downstream ecosystems should be taken into account when planning and implementing developments such as dams and irrigation schemes, and local communities should be involved in management planning in a participatory way. Such an approach will lead to more sustainable use of wetland resources delivering social, economic and environmental benefits for the present and future generations.

Abbreviations

DOE – Department of Environment of IRAN
IUCN – World Conservation Union
IWRM – Integrated Water Resources Management
LR – Lower Risk
MECO – Mahabad Environmental Conservation Office
MOE – Ministry of Energy of IRAN
MOJA – Ministry of Jihad Agriculture of IRAN
MPO – Management & Planning Organization
MR – Montreux Record
NGO – Non Governmental Organizations
WAECO – West Azerbaijan Environmental Conservation Office
WAWA – West Azerbaijan province Water Authority

INTRODUCTION

The Urmia Lake Basin in NW of Iran (fig.1) contains a number of wetlands of significant environmental, economic and social value. They include the vast hyper-saline Urmia Lake and almost 30 “satellite” fresh-brackish water wetlands, which are particularly concentrated along the flat, southern shores of the Lake(blue points as critical sites in fig.2). Six of these wetlands (including Urmia Lake) have been designated as Ramsar sites (wetlands of international importance) (Bagherzadeh, 2007).

During recent decades, most of the “satellite” wetlands and Urmia Lake itself have been greatly affected by human activities (particularly agricultural and water resource developments related to irrigation) (Lotfi, 2005). These problems were exacerbated by the severe drought that occurred between 1999-2002 and 2006-2008. As

a result, many of the economic, social and environmental values of the Lake and satellite wetlands became degraded or threatened, leading to conflicts between the environmental, water and agricultural sectors, and concern at local community, provincial, national and international levels (Lotfi, 2005). The integrated management is necessary for deduction the degradation trend of wetland. The seven selected wetlands are:

• Mahabad Sub-Basin: Lake Kobi (Goppy Baba Ali), Kaniborazan (pink colored and code 08 sub-basin in south west of Urmia lake in fig.3).

• Gadar Sub-Basin: Shor Gol (Hassanlu reservoir), Yadergarlou, Dorgeh Sangi, Soldouz, Gherdeh Gheet. (pink colored and code 08 sub-basin in south of Urmia lake in fig.3).

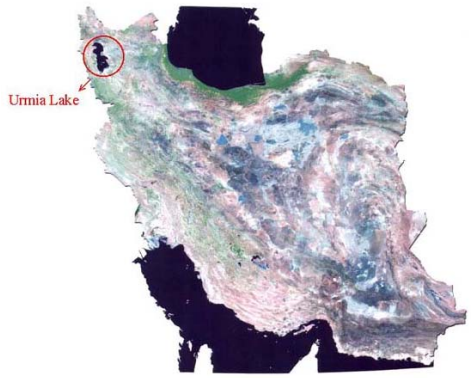


Fig. 1. Urmia lake in NW of IRAN

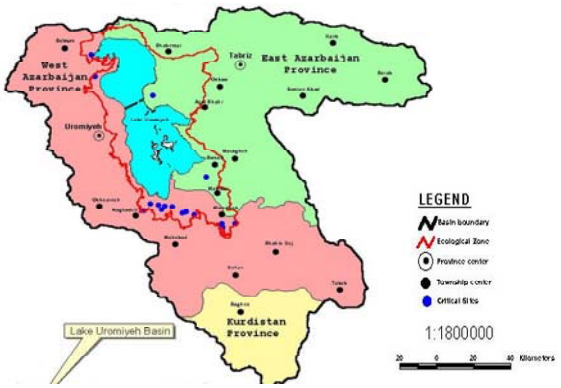


Fig. 2. Urmia lake Basin

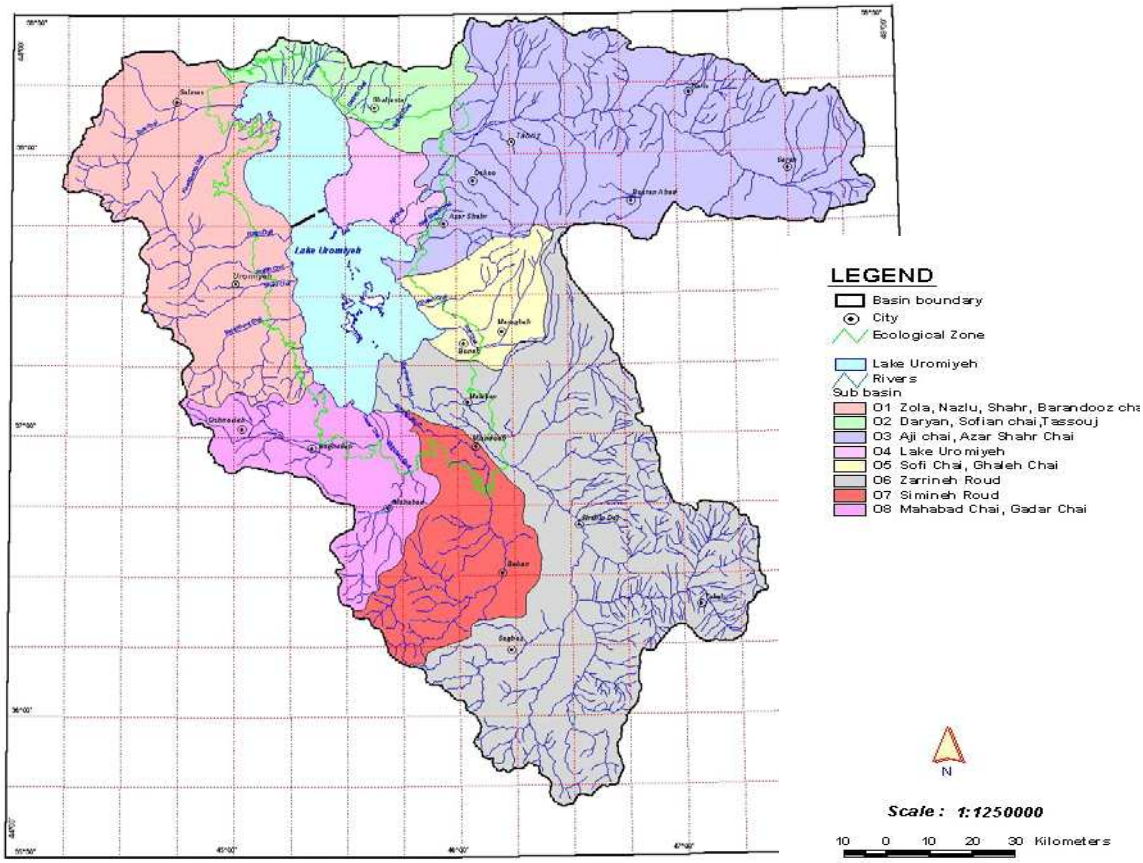


Fig. 3. Basin and sub-basins of Urmia lake

Kobi Lake, Shor Gol, Yadergarlou and Dorgeh Sangi were all designated as Ramsar sites (wetlands of international importance) in 1975 (Bagherzadeh, 2007). Three of these wetlands (Shor Gol, Yadergarlou and Dorgeh Sangi) and Urmia Lake itself have been listed in Montreux Record (http://www.ramsar.org). Whilst Gerdeh Gheet and Hassanlou were and still are "hunting protected areas", none of the other wetlands is included in Iran's network of protected areas. All of the selected wetlands share the same general characteristics of being located at the downstream end of their river system, close to or at the point where the river enters Urmia Lake. They are therefore typical of many wetlands in both East and West Azerbaijan, particularly at the southern end of Urmia Lake.

ACTIVITIES AND METHODS

Background information on the natural, human and institutional environments of the Urmia Lake Basin was collected during the Irrigation Improvement Project (Moser, 2002). This information provided a valuable context for the present study, although no detailed material was available for the selected pilot sites. The fig.4 shows the position of the pilot wetland. Relatively little was previously documented about the status of the pilot wetlands, although some historical information was available from previous studies in Iran, international sources, aerial and satellite photographs etc. This existing information was collected and reviewed for its potential contribution to the project. New field data was collected for the seven pilot site wetlands during a full annual cycle, starting in the fourth quarter of 2003 and ending in May 2006.

The parameters studied and the methodologies are described as follow: Location Maps and Geographical Studies; Climatology; Geology; Geomorphology and Physiography; Soils, Land Use and Land Cover; Hydrology, Hydrogeology and Hydrodynamic (River hydrology, Wetland water level fluctuation, Hydrogeology, Wetlands, hydrodynamics, Water quality); Limnology; Plankton sampling and identification; Benthos sampling and identification.

DATA ANALYSIS

Historical data were summarized to provide an overview of the condition of the wetlands in the mid-1970s, when the earliest surveys were done and the Ramsar site designations were made. This was compared with the current status of each wetland. In particular, satellite images and aerial photographs were used to determine the extent and land-cover characteristics of each wetland and its surrounding basin. Specific analyses were undertaken to determine:

- The boundary of each wetland and its catchment, compared to any legal boundaries
- The hydrological characteristics and requirements of each wetland
- The ecological characteristics and requirements of each wetland
- The social, economic and environmental values of each wetland
- The threats to each wetland

These analyses were then used to formulate priority management recommendations, for incorporation into future management plans.

Status of the wetlands and changes since the 1970s: Considerable changes have occurred in some of the wetlands. Some of the changes were severely destructive (from an ecological point of view), while others only slightly impacted the wetlands. Table 1 briefly describes the changes, losses and gains. Future planned irrigation developments in the Naghadeh Plain may impose further changes to the wetlands, particularly to Dorgeh Sangi. These could be prevented once good coordination is established between the relevant organizations.

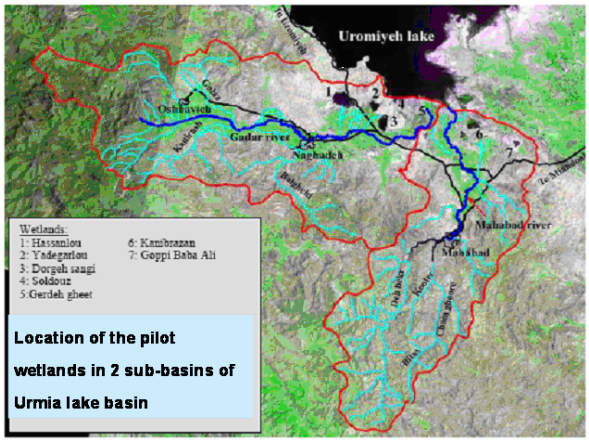


Fig. 4. Location of the pilot wetlands

Table 1

Recent ecological change in the pilot wetlands

Wetland name	Area (ha.)		Wetland characteristics			Ramsar site	Protected area
	Water body	vegetation surrounds	Hydrology	Salinity	Type		
ShorGol (former)*	1,120	1,400	Seasonal	Brackish	Palustrine	*	*
Dorgeh Sangi	490	735	Semi-permanent	Brackish-saline	Palustrine	*	
Yadergarlou**	230	-	Formerly Seasonal	Formerly Brackish-saline	Formerly Palustrine	*	
Soldouz***	200	-	Permanent	Fresh-brackish	Man-made		
Gherdeh Gheet	-	675	Seasonal	-	Formerly Palustrine		*
Lake Kobi	500	1290	Semi-permanent	Brackish-saline	Palustrine	*	
Kanibrazan	690		Semi-permanent	Brackish	Palustrine		

Table1 (continue)

w. name	Changes	Losses	Gains
ShorGol (former)*	From a shallow seasonal fresh-brackish wetland to deep permanent fresh reservoir	- High value wetland for biodiversity - Grazing and fodder - Natural fishery	- Water for irrigation development - Fishery (stocked)
Dorgeh Sangi	- Loss of grazing marsh to agriculture - Less water inflow into the wetland because of more control on the river system - Eutrophication damaging biodiversity	- Parts of grazing marsh - Some biodiversity losses	Agricultural production
Yadergar-lou**	Completely desiccated, with potential for restoration	- High value wetland for biodiversity - Microclimate moderation - Grazing and fodder, reeds	
Soldouz***	A new man-made wetland since 2000	Salt marshes of the LakeUrmia shorelands	-Valuable habitat for waterbirds - Microclimate moderation
Gherdeh Gheet	From a reed bed vegetated wetland to a *Tamarix* woodland Water does not spill onto the wetland mainly because of low water level in the LakeUrmia	High value habitat for waterbirds	
Lake Kobi	Very little change in area / grazing marshlands. More water is supplying from a drainage chanal		
Kanibrazan	From a seasonal fresh-brackish wetland to a semi-permanent brackish-eutrophic wetland. More water is supplying from drainage canals		High value habitat for waterbirds

* in 1999, and following construction of the Hassanlu dam, Shur Gol wetland was converted to a deep, permanent freshwater storage reservoir (Hassanlu reservoir).

** in 1997/8, following completion of the Hassanlu drain, Yadergarlou became completely dry due to seepage into the drainage canal, and has not subsequently reflooded.

*** in 1999, following completion of the Hassanlu drain and construction of a water retaining dyke by the DOE, Soldouz wetland was formed at the outlet of the drain.

The following satellite image (fig 5) shows visible changes to most of the wetlands. As could be seen, Shurgol (1100 ha Ramsar Site) has completely converted into the Hassanlu reservoir for irrigation development, and Yadegarlou (250 ha Ramsar Site) has been desiccated as a result of construction of the Hassanlou drain. Conversely, at the outlet of the same Hassanlou drain, the interesting Soldouz wetland (about 200 ha) has been created, which is playing increasing role in hosting diverse waterbirds that visit the area.

Dorgeh Sangi Wetland (490 ha Ramsar Site) has not significantly changed except for conversion of some 50 hectares of grazing marshes that are now used for cultivation. However, the future developments as presently planned may convert almost the entire grazing marsh west of this wetland.

Gerdeh gheet Wetland has experienced significant changes mainly because of fall of water level in the Lake Urmia. Higher water levels in the lake caused the Gadar river flows to backup and spill over the embankments just before discharging into the Lake, thus supporting a very interesting reed bed of Gerdeh Gheet, which is now completely changed to *Tamarix* woodland. This wetland was and still is one of the hunting protected zones of the area.

Kanibrazan (690 ha) was a seasonal wetland receiving water from a local spring. Presently it is fed by the drainage canal from Mahabad Irrigation System, which provides permanent flow to the wetland. It is now one of the most interesting and functioning satellite wetlands of the Lake.

Goppy Wetland (Lake Kobi) (500 ha seasonal wetland, Ramsar Site) has not faced significant changes except with the source of water supply. Again, a drain from the Mahabad Irrigation System is providing nearly permanent flow to the wetland. An interesting reed bed and grazing marsh is developing at the outlet of the supply canal with good potential for further expansion.

Hydrological status and water resources

Hydrology and sources of water supply to the wetlands are probably the most crucial issue to be considered in their management plans. While in the past most of the wetlands were mainly supplied by fresh water resources directly from the rivers (flood flows), as well as springs or surface runoffs from precipitation, presently these sources supply only a minor part of the water which flows into the wetlands. Drainage and irrigation return flows have instead become the main sources of water supply to the wetlands. Thus both quantity and quality of the water inflowing into the wetlands are affected by human activities, particularly irrigation developments. Table 2 compares the status of the sources of water supply to the wetlands in the past and in the present.

During the present study, based on the information on hydrology and hydrodynamics of the wetlands, climatology of the area, and direct observation of the canal systems that take/convey water from the river to the wetlands, a few typical characteristics of the water supply to the wetlands are presented in Table 2. Wherever possible a tentative water balance has been prepared for each individual wetland and presented in their relevant reports.

In the Table 3, the volume of water indicates both actual current water supply to the wetland as well as that required to compensate the wetland water losses (mainly evaporation and /or deep percolation). Thus, if the later volume of water were provided, then the wetlands would remain permanently full of water.

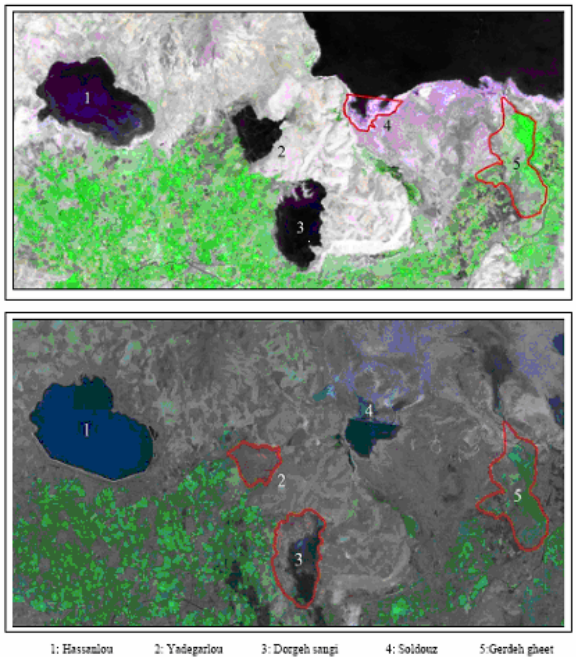


Fig. 5. Changes in pilot wetland of the Gadar chai sub basin above: 1984, below:2002

Table 2

Source of water supply do the wetland

Sub-basins	Wetlands	Past		Present	
		Primary	**Secondary**	**Primary**	**Secondary**
Mahabad chai	Goppy Baba Ali	Surface runoffs from the surrounding areas, ground water seepages	flows from the Mahabad chai and Simineh roud	Drainage flows from Mahabad irrigation system	Surface runoffs,
	Kanibrazan	Spring flows from Ghara dagh	Surface runoffs	Drainage flows from Mahabad irrigation system	Surface runoffs
Gadar chai	Gerdeh gheet	Spills from the river	Irrigation return flows+ surface runoffs	No spill(1)	Irrigation return flows + surface runoffs
	Soldouz	2	-	Drainage flows from Hassanlou drain	-
	Dorgeh sangi	River flows through traditional canals + springs	Surface runoffs + irrigation return flows	River flows through traditional canals + springs	Surface runoffs + irrigation return flows
	Yadegarlou	River flows through traditional canals + springs	Surface runoffs + irrigation return flows	3	-
	Hassanlou	River flows through traditional canals+ surface runoffs from surrounding areas	Irrigation return flows	4	-

1 – The fall of water level in the Urmia Lake is the main reason for the present condition.
2 – This is a new man-made wetland.
3 – There is still potential for restoring water supply.
4 – The wetland is converted into a reservoir.

Table 3

Rough estimates of characteristics of the water supply to different wetlands

Sub-basins	Wetlands	Volume of water supply (MCM/yr)		Max. discharge capacity of supply canal(s) (cms)
		Actual (1)	Required (2)	
Mahabad chai	Goppy Baba Ali	4-6	5 (3)	0.5
	Kanibrazan	7-10 (4)	6	>2
Gadar chai	Gerdeh gheet	-	3-5	?
	Soldouz	10-12 (5)	3	>2
	Dorgeh sangi	4-5	4	1
	Yadegarlou	-	2 (6)	0.7
	Hassanlou	-	8-10 (7)	>1

(1) – The amount of water which currently flows into the wetlands
(2) – The amount of water which is required to compensate water losses from the wetland
(3) – This volume compensates evapo-transpiration as well as deep percolation
(4) – There is an outlet culvert at the eastern end of the wetland.
(5) – There is a spillway on the embankment weir.
(6) – This estimate does not include the seepage outflow to the Hassanlou drain which is roughly about 5 mcm/yr
(7)- This estimate refers to the previous Shurgol (Hassanlou) wetland. It does not exist anymore

The dynamic nature of the wetlands implies that the area and volume of the water body changes according to the season. This provides rather wide range of conditions and tolerances to the wetlands which is the secret for their survival during the course of centuries.

As could be observed, the amount of water which is required for sustainable management of the wetlands (about 10-15 mcm/**y** for Mahabad sub-basin and similar amount for the Gadar Sub-basin) are negligible when compared to the volume of water which is produced and consumed in the sub-basins. Therefore it is easily concluded that any of the sub-basins have the capacities to easily provide adequate water to the wetlands without impairing agricultural developments (note that this conclusion does not apply to the water requirements of Urmia Lake). Drainage outflows from irrigation systems in partial combination with fresh water should be considered as sustainable sources of water supply to the wetlands. However, because of the high nutrient content of drainage waters, the quality of water in the wetlands needs to be carefully monitored and managed, so that if safe levels of nutrients are exceeded, more fresh water is allowed into wetland.

Conversion of wetland habitats

The location of most of the pilot wetlands in the downstream often saline lands adjacent to Lake Urmia has limited the extent of conversion of their habitats for other activities. One exception is Shur Gol wetland (a Ramsar site) which, in 1999 as a result of the construction of the Hassanlu dam, was converted from a shallow, seasonal brackish wetland into a deep permanent freshwater reservoir. This destroyed the natural ecological character of this valuable wetland.

A further major indirect conversion of wetland habitat has occurred at Yadergarlou wetland (also a Ramsar site), because of the digging of the deep Hassanlu drainage canal along its northern fringe in 1997/8(red line in fig 6).

Unintentionally, this has led to the complete desiccation of the wetland, through seepage into the drainage canal. A new proposal to dig a deep irrigation drainage canal to the west of the Dorgeh sangi wetland now threatens this Ramsar site with desiccation similar to that, which occurred at Yadergarlou. This drain should be relocated to avoid possible impact on the wetland.

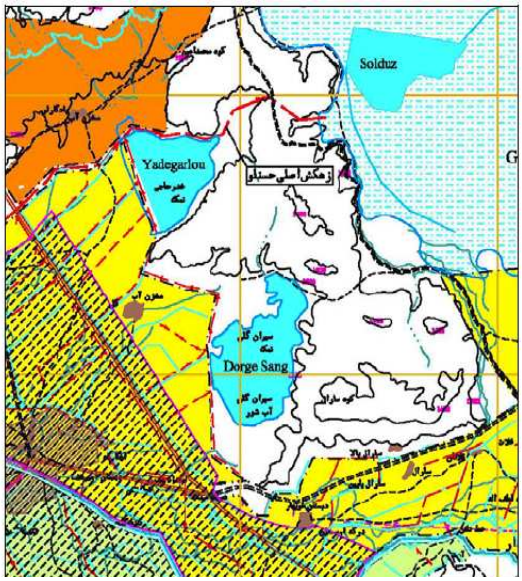


Fig. 6. Irrigation plan very close the wetland Dorgeh Sangi

Agricultural encroachment into the wetlands has occurred only on a limited scale, the main losses of wetland habitats occurring in the grazing marshes to the west of Dorgeh Sangi, where approximately 35 ha of wetland habitats have been lost. Further encroachment should be forbidden.

Other direct conversions of wetland habitat have been minimal, with the roads through the centre of Yadergarlou and Kanibrazan wetlands being the main examples.

In the context of the losses of wetland habitat that have occurred, the creation of the Soldouz wetland by the Department of the Environment should be noted. In addition, attempts are being made by the DOE and local NGOs to restore a small part of the Shur Gol wetland.

Hydrological changes:

Construction of water storage dams and irrigation networks upstream of the pilot site wetlands, as well as increased water abstraction for irrigated agriculture developments, have dramatically changed the hydrological regime of the inflows into almost all of the pilot wetlands. The main hydrological impacts are:

- ***Changes to water quantity:***

an overall reduction in the quantity of water entering the wetlands, which is likely to intensify as further irrigation networks are established. However, this trend is masked by drainage canals (eg. Hassanlou) and increased return flows from irrigation networks which, in some cases are delivering

more water to the wetlands (eg. Soldouz). In addition, some works have been conducted by local authorities (eg. Lake Kobi) and NGOs (eg. Dorgeh Sangi) to increase the flows to the wetlands by water diversions / cleaning of traditional canals.

- ***Changes to the timing of inflows:***

the increasing predominance of irrigation return flows as the water supply to the wetlands, is changing the seasonality of inflows to the wetlands, and thus affecting their ecological character. In particular, the natural peak flows associated with spring snowmelt are being replaced by increased irrigation return flows in summer. In addition, the water storage capacity of upstream reservoirs is reducing the natural variability of flows to the wetlands.

As noted in the previous section the construction of the Hassanlu dam and drainage canal have had large environmental impacts on the wetlands of the Gadar-chai catchment. Some of these impacts could have been avoided with more integrated planning, and this illustrates the importance of following comprehensive Environmental Impact Assessment for projects of this type.

- ***Changes to water quality:***

Water quality in the study area is, and will increasingly be, affected by agriculture. The main impacts are from saline return flows from irrigation developments and the use of fertilizers and pesticides. Other sources of aquatic pollution come from domestic sources (local villages and upstream towns) and livestock. It was not possible to conduct a comprehensive analysis of the sources and relative contribution of pollutants from these various sources, and this is a priority future study. Analyses of water quality in each wetland however, showed the following issues:

Eutrophication: most of the wetlands are to different degrees eutrophic, as a result of pollution by nutrients, particularly from agriculture but also from domestic sources. Closed wetlands such as Goppy Baba Ali and Dorgeh Sangi show higher eutrophic condition. In late summer, water quality in these wetlands becomes very close to polysaprobic (dystrophic) condition. In Kanibrazan and Soldouz, however because of continuous inflow-outflow, high eutrophic conditions prevail without being endangered by polysaprobic problems.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

This study of the seven pilot wetlands in the Gadar chai and Mahabad chai sub-basins has demonstrated a number of issues that are common to all of these wetlands. This commonality arises from the fact that all of the seven wetlands are downstream wetlands, located at the bottom end of their respective river basins. The conclusions are therefore relevant also to those other wetlands around the shores of Urmia Lake (and to the Lake itself) which have not yet been subject to such detailed study.

This section draws together some of the key observations of the study, and makes recommendations for the next steps that need to be applied in the move towards a more sustainable management.

Stakeholder Analysis:

The combined analyses of the values of, and threats to, the pilot wetlands enable identification of the various stakeholder groups that either benefit from or have impacts on the wetlands. These groups, the benefits they receive and likely impacts they cause, are summarized as table. Attempt has been made to quantify the benefits or impacts. Four conclusions emerge from the table:

• Although the Department of the Environment (DOE) is the only organization formally charged with the management of these wetlands, many other organizations and groups have an interest in their management, either because of the benefits received, or the impacts caused.

• The distribution of benefits and impacts is unequal between the stakeholders; some receive limited benefits from the wetlands (eg. water resources managers) but cause major impacts; others receive many benefits (eg. local villagers) but cause limited impacts.

• Some stakeholder groups undertake their activities well outside the wetlands, but still either benefit from or impact these areas. Examples of such groups are livestock grazers in the catchment, or the ecotourism businesses or hunters in other countries who benefit from the migratory water-birds that migrate through the Urmia Lake basin wetlands.

• In developing more appropriate management for these wetlands, it will be necessary to involve representatives of all of these stakeholders both in planning and implementation of management.

Towards Integrated Wetland Management:

The traditional approach to the management of important wetlands in Iran (and many other countries), has been to designate these wetlands as protected areas under national and

international legislation. Responsibility for the management of these protected areas has been vested in the Department of Environment, with other agencies effectively excluded from management responsibilities within the protected area. Conversely, the Department of the Environment has little responsibility for activities occurring outside the protected areas, even though these are the main source of threats to the wetlands. Strict legislation has generally excluded people from benefiting from the multiple values of these protected areas, even for potentially sustainable activities (eg. ecotourism, harvesting).

This "protectionist" approach has gone some way to minimizing direct damage (conversion) to protected wetlands, although there have been notable exceptions, such as the conversion of Shur Gol wetland into the Hassanlu reservoir. However, it has failed to address those indirect threats that arise from human activities elsewhere in the basin, in particular the paramount issues of water quantity and quality. As a consequence, several of the wetlands are suffering severe degradation in the form of changes to their hydrological regime, eutrophication, and consequent impacts on their values.

A new and more integrated approach to managing these wetlands is therefore required, which will overcome the limitations of the traditional approach. This new approach will require a shift from the sectoral "protectionist" approach (although protected areas will still be essential to avoid habitat conversions), to a more integrated "conservation and sustainable use" approach. The principles of the new approach should therefore include:

a) Protecting the wetlands to ensure that their habitats are not converted.

b) Managing wetlands in the context of their river basin: this means that those upstream activities that have an impact on the wetlands need to be taken account in their management.

c) Sharing responsibility for wetland management among all stakeholders: this means that although the Department of Environment should retain lead responsibility for wetland.

REFERENCES

BAGHERZADEH K. M. 2007. Directory of Iranian Wetlands Designated under the Ramsar Convention, Department of the Environment, Tehran, 163.

LOTFI, A. 2005. Water for ecosystems. *Integrated Water Resource Management for the Lake Urmia Basin.* Ministry of Energy, West Azerbaijan Water Authority, Water Research Institute, Tehran, 37.

MOSER M. 2002. Environmental Management Project for Lake Urmia (report 1), YEKOM Consulting Engineers, Tehran, 147.

Additional Sources

AZARI TAKAMI, G. 1987. The use of Artemia from Urmia Lake (Iran) as food for sturgeon. In: *Artemia, research and its applications. Ecology, culturing, use in aquaculture, 3,* 467- 468.Wetteren: Universa Press.

BROWN, CATHERINE, KING, JACQUELINE, 2003. Water resources and environment, Technical note C.1; *Environmental flows: Concepts and Methods*; The World Bank.

BROWN, CATHERINE, KING, JACQUELINE, 2003. Water resources and environment, Technical note C.2; *Environmental flows: Case studies*; The World Bank.

DAVIES, BR, et al. 1993. A synthesis of the ecological functioning, conservation and management of South African river systems. *Water Research Commission Report No. TT62/93. Water Research Commission*, Pretoria. 232.

DINAR, ARIEL et al.1999. Water Allocation Mechanisms – *Principals and Examples,* World Bank Agriculture and natural resources Dep.

DUGAN, PJ (ed.) 1990. Wetland Conservation: A Review of Current Issues and Required Action. IUCN, Gland, Switzerland. 96.

DWAF. 1999. Resources Directed Measures for Protection of Water Resources: Volume 4: wetland ecosystems, volume 5: Estuaries, Department of Water Affairs and Forestry, Pretoria, South Africa.

ESCAP, 1990. Environmental Impact Assessment Guidelines, *United Nations*, New York.

RADSTAKE, FRANK, LINTNER, ALBERT. 2003. Water resources and environment, Technical note D1; *Water Quality: Assessment and protection*; The World Bank.

PIROT, J.Y., MEYNELL, P.J., Elder, D. 2000. Ecosystem management: *lessons from around the world*, IUCN.

VERMAAT, JAN. 2003. Water resources and environment, Technical note G4; *Management of Aquatic plants*; The World Bank.

Jonathan, I. 2001. Water resources planning and management for sustainable development: the missing link; Swaziland Dep. Of Geography and Environmental Sciences.

JOOP DE SCHUTTER. 2003, Water resources and environment, Technical note G3, *Wetlands Management*, The World Bank.

Mee, Lawrence. 2003. Water resources and environment, Technical note G2; *Lake Management*; The World Bank.

Sites included in the Montreux Record, "a record of Ramsar sites where changes in ecological character have occurred, are occurring or are likely to occur" **http://www.ramsar.org**

© C.H.Məmmədov, 2009

SU VƏ ASILI GƏTİRMƏLƏRİN ƏN BÖYÜK SƏRFLƏRİ ARASINDAKI FUNKSİONAL ƏLAQƏLƏR (Böyük Qafqazın Azərbaycan hissəsindəki çayları timsalında)

C.H.Məmmədov

AMEA akademik H.Ə.Əliyev adına Coğrafiya İnstitutu
AZ1143, Bakı, H.Cavid prospekti, 31

Məqalədə çoxillik dövr ərzindəki su və asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri arasındakı əlaqələr təhlil olunmuşdur. Tərtib olunmuş əlaqələrin, əsasən, çoxsaylı qollardan ibarət olması müəyyən edilmişdir. Onların azsaylı qollara malik olanları üçün əsasən yeraltı, nisbətən çoxsaylı qollara-qarışıq və daha çoxsaylı qollara-yağış suları ilə qidalanan çaylar qrupu aiddir Bu qruplar arasında yay aylarında leysan yağışların düşməsi ilə sel keçən çayların çoxsaylı qollara malik olan $R_{max.}=f(Q_{max.})$ əlaqələri üstünlük təşkil edir.

Müəyyən edilmişdir ki, Böyük Qafqazın cənub yamacından axan çaylar üçün $R_{max.}=f(Q_{max.})$ əlaqələrində asılı gətirmələrin orta sutkalıq ən böyük sərflərin keçməsi yay fəslinə, şimal-şərq yamacından axan çaylarda isə yaz və yay fəsillərinin əvvəlinə təsadüf edir.Tərtib olunmuş su və asılı gətirmələrin orta sutkalıq ən böyük sərflərin arasındakı bütün əlaqələrin funksional və sıx olması müəyyən edilmişdir. Onlardan az xəta ilə asılı gətirmələrin orta sutkalıq ən böyük sərflərin proqnozlarının verilməsində istifadə edilməsi təklif olunmuşdur.

Su və asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri arasındakı əlaqələrin hidrologiya, torpaqşünaslıq və geomorfologiya elmlərinin praktiki məsələlərinin həllində əhəmiyyəti böyükdür. Qeyd edilən elementlər arasındakı əlaqələrdən çaylar üzərində inşa edilən hidrotexniki qurğuların tikintisində, çay hövzələrində baş verən səthi yuyulma intensivliyinin hesablanmasında və s. istifadə olunur. Əlaqəni təşkil edən ünsürlər üzərində stasionar müşahidələrin azlığı həmin istiqamətdə tədqiqatların aparılmasını müasir dövrə gədər ləngitmişdir. Lakin son dövrdə (2006-cı ilə kimi) su və asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri üzərində stasionar müşahidə məlumatlarının toplanması ilə əlaqədar ilk dəfə olaraq asılı gətirmələin ən böyük sərflərinin hərtərəfli təhlili üçün şərait yaranmışdır. Bu da çay hövzələrində yerləşən hidrotexniki qurğuların tikintisinə olan tələbatla əlaqədar bu sahədə aparılan tədqiqatların aktuallığını daha da artırır. Oxşar tədqiqatlara bir sıra müəlliflərin (Мамедов, 1978; Хикматов, 1984; Abduyev, 1998; Таланов, 1998; Məmmədov, 2007 və s.) əsərlərini aid etmək olar.

Qeyd edilməlidir ki, ayrı-ayrı məntəqələrdə asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri üzrə olan stasionar müşahidə məlumatlarının davamiyyəti eyni deyildir. Lakin asılı gətirmələrə aid verilən prognozlar faktiki materiallara əsaslandığına görə belə hidroloji sıraların uzadılmasına ehtiyac yoxdur. Bu baxımdan Rmax= =f(Qmax) əlaqələrinin sıx olması kifayətdir. Əlaqələrin tərtib olunması üçün Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi Milli Hidrometeorologiya Departamentinin stasionar müşahidə məlumatlarından istifadə edilmişdir (cədvəl).

Müəyyən olunmuşdur ki, tədqiq etdiyimiz ərazi üzrə asılı gətirmələrin çoxillik dövr ərzindəki orta sutkalıq ən böyük sərflərinin axım normaları Lazaçay-Laza m. (0,08 kq/s) ilə Samur-Usuxçay məntəqə (12000 kq/s), buna müvafiq ən böyük su sərflərinin normaları isə Lazaçay-Laza m. (0,12 m^3/s) ilə Qanıx-Əyriçayla qovuşma yerindən 2 km aşağı m. (435 m^3/s) arasında dəyişir.

Qeyd edilməlidir ki, asılı gətirmələr axımının orta sutkalıq ən böyük sərfləri ilə müvafiq su sərfləri arasındakı əlaqədə nöqtələrin koordinatlarını təşkil edən gətirmə sərflərinin ehtimalı selin tərkibindəki gətirmələrin miqdarına yaxın qəbul edilmişdir (70-90%). Güman edirik ki, cihazlarda və ölçmə işlərində buraxılan səhvlər (±10%) gətirmələr sərfinə aid proqnozların verilməsindəki buraxılan səhvlərlə neytrallaşacaqdır. Bu da əlqənin köməkliyi ilə verilən asılı gətirmələrin proqnoz kəmiyyətlərinin sel gətirmələrinin miqdarına təxminən bərabər olması deməkdir. Bu baxımdan əvvəlki tədqiqatlardan bizim tədqiqatımız fərqlənir. Qeyd edilənləri nə-

zərə alaraq, tədqiq olunan ərazi üçün Rmax= =f(Qmax) əlaqələri tərtib edilmişdir. Ərazi çayları üçün tərtib olunmuş əlaqələr əsasən (Talaçay-Zaqatala, Samur-Usuxçay məntəqələri istisna olmaqla) çoxsaylı qollardan ibarətir. Əlaqələrin çoxsaylı qollardan ibarət olmasına səbəb ayrı-ayrı illərdə su və asılı gətirmələrin ən böyük sərflərinin müxtəlif qiymətli kəmiyyətlərə malik olmasıdır. Tərtib olunmuş əlaqələrdə qolların azsaylı olması hövzəyə düşən yağıntıların və onlardan transformasiya olunmuş su sərflərinin müqabilində asılı gətirmələrin nəql olunması ilə izah olunur. Belə ki, Talaçayın Zaqatala məntəqəsində çöxillik dövr ərzində orta sutkalıq ən böyük su sərfləri 6,41 m³/s-83 m³/s-yə bərabər olduğu halda, asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri 180 kq/s-2700 kq/s arasında dəyişir. Bu məntəqə üçün su və asılı gətirmələrin ən böyük səflərinə görə tərtib olunmuş Rmax=f(Qmax) əlaqəsində su sərflərinin aşağı və yuxarı ekstrapolyasiyaları müvafiq olaraq 6 m³/s və 90 m³/s təşkil edir. Buna müvafiq asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri 18 kq/s və 9500 kq/s-yə bərabərdir. Bu da əlaqədəki asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri üçün proqnozların verilə biləcək həddini müəyyən edir. Təhlil göstərir ki, əlaqədəki nöqtələrin kənara meyletmə xətası 30%-ə qədərdir. Buraxılan səhvlər isə ölçmə intervalında icazə verilən (35%-ə qədər) ən yüksək həddən də kiçikdir.

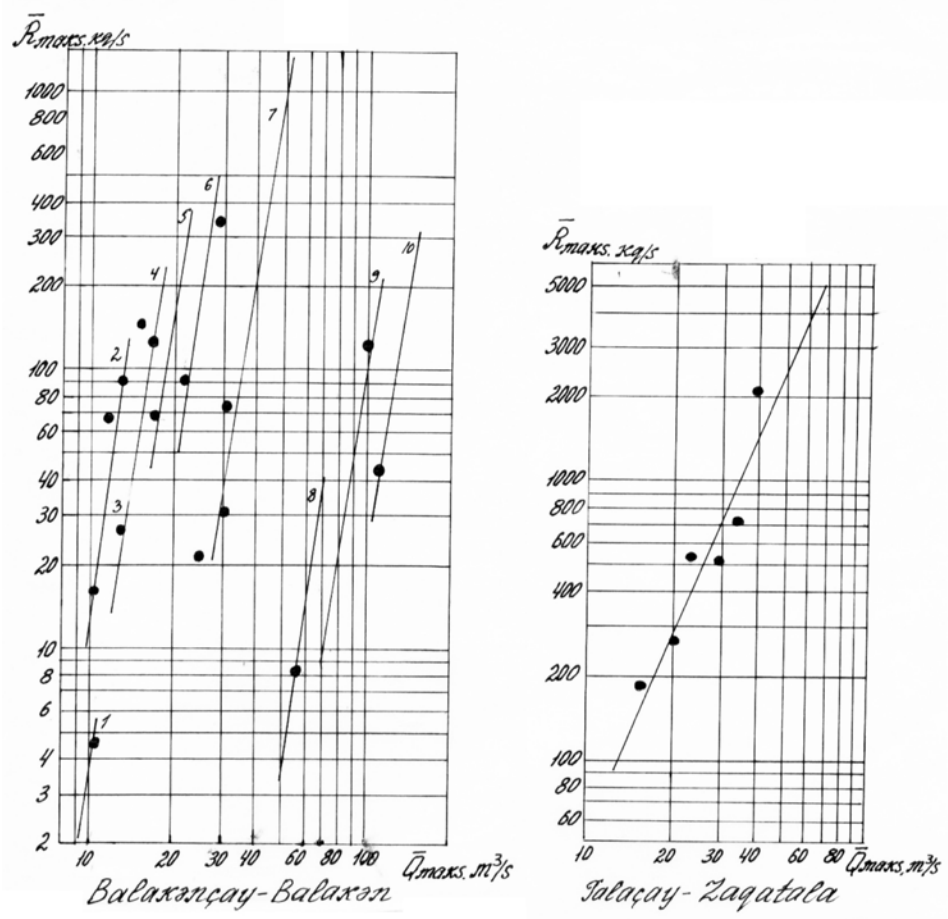
Su və asılı gətirmələr axımının ən böyük sərflərinin çoxillik normaları (1933-2005-cu illər)

Çay-məntəqə	Ən böyük su sərflərinin çoxillik norması Qmax, m^3/s	Asılı gətirmələrin ən böyük sərflərinin çoxillik norması Rmax., kg/s	Çay-məntəqə	Ən böyük su sərflərinin çoxillik norması Qmax, m^3/s	Asılı gətirmələrin ən böyük sərflərinin çoxillik norması Rmax., kg/s
Samur-Mişleş	92,7	330	Hamamçay-İlisu	17,3	6,5
Samur-Luçek	133	740	Ağçay-Ağçay	4,13	6,3
Samur-Axtı	229	4000	Əyriçay-Başdaşaqıl	18,7	140
Samur-Usuxçay	322	12000	Əyriçay-m.yaxın	53,8	1200
Kara Samur-Luçek	36,5	350	Damarciq-m.yaxın	16,1	180
Axtıçay-Axtı	75,7	2900	Çuxadurmaz-m.yaxin	10,5	43
Usuxçay-Usuxçay	27,1	460	Qaynar-m.yaxin	2,72	43
Qusarçay-Küzüm	25	74	Qanıx-Əyriçaya		
Quruçay-Susay	18,3	43	qovuşandan		
Qudiyalçay-Xınalıq	23,4	120	sonra 2km. aşağı	20,1	160
Qudiyalçay-Qırız	51,7	820	Bumçay-Bum	25	150
Qudiyalçay-Küpçal	48,7	1100	Dəmirapərənçay-		
Aqçay-Cek	27,7	500	Qəbələ	37,9	1100
Xınalıqçay-Xınalıq	7	100	Dəmiraparançay		
Aqçay-Suxtaqala	15,1	83	(Qaraçay)-Qəbələ	4,13	17
Qaraçay-Rük	18,7	61	Lazaçay-Laza	0,12	0,08
Caqacukçay-Rustov	21,7	830	Qöyçay-Buynuz	72,2	650
Vəlvələçay-			Qöyçay-Qöyçay	60,2	1500
Nohurdüzü	31,7	260	Səngərçay-Qalacıq	21	350
Vəlvələçay-Tənqialtı	62,3	1300	Tikanlıçay-Tikanlı	20,1	160
Derkçay-Derk	5,92	25	Əyriçay-İsmayıllı	14,1	2,2
Şabrançay-Zeyvə	15,8	9,3	Ahohçay-Xanagah	17,2	840
Xarmidorçay-Xaltan	7,73	4,9	Vəndamçay-Vəndəm	56,4	76
Ataçay-Altıağac	15	13,2	Qirdımançay-		
Balakənçay-Balakən	24,2	49	Qaranohur	88,8	5900
Katexçay-Qəbizdərə	55,3	110	Ağsu-Ağsu	38,4	230
Talaçay-Zaqatala	36,5	1000	Sumqayıt-Pirikişkül	78,2	660
Kürmükçay-Sarıbaş	15,2	44	Pirsaat-Şamaxı	68,7	330
Kürmükçay-İlisu	32,5	150	Pirsaat-Poladlı	78,9	750
Bulanıqsu-Sarıbaş	1,58	27			
Kunaxaysu-Sarıbaş	11,6	15			

Samur-Usuxçay məntəqəsində çoxillik dövr ərzində orta sutkalıq ən böyük su sərfləri 168 m^3/s və 735 m^3/s dəyişdiyi halda, asılı gətirmələrin müvafiq sərfləri 1800 kq/s və 110000 kq/s təşkil edir. Məntəqənin su və asılı gətirmələrin ən böyük sərflərinə görə tərtib olunmuş Rmax=f(Qmax) əlaqəsində su sərflərinin aşağı və yuxarı ekstrapolyasiyaları müvafiq olaraq 160 m^3/s və 900 m^3/s təşkil edir. Buna müvafiq asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri 1000 kq/s və 14000 kq/s uyğun gəlir. 1981-ci ildə çayda ölçülmüş ən böyük su sərfi (450 m^3/s) əyridən kənarda qalmışdır. Əyriyə görə, nöqtənin bu vəziyyətini fövqəladə hal kimi qiymətləndirmək olar. Buna baxmayaraq, tərtib olunmuş əlaqə kifayət qədər sıxdır və ondan asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri üçün proqnozların verilməsində az xəta ilə istifadə etmək olar.

Məlumdur ki, Böyük Qafqazın cənub yamacından axan çaylar yüksək sellilik dərəcəsinə görə respublikamizin digər təbii vilayətlərindən fərqlənir. Belə ki, bu yamacdan axan çayların Rmax=f(Qmax) əlaqələri çoxsaylı qollara ayrılmasına görə seçilir. Bu da yay fəslində yağış suları hesabına güclü sellərin keçməsi ilə izah olunur. Belə ki, Balakənçay-Balakən m.-si üçün tərtib olunmuş Rmax=f(Qmax) əlaqəsi 10 qoldan ibarət olmuşdur. Əlaqənin belə diferensiallaşmasına səbəb ayri-ayri illərdə çay hövzəsinə yay fəslində düşən yağıntıların müxtəlif miqdarda olması ilə izah olunur. Əlaqənin 1-ci qoluna aid asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri üçün aşağı və yuxarı ekstrapolyasiyaların müvafiq su sərfləri 9 m^3/s və 10,5 m^3/s, 2-ci qoluna aid-10,5 m^3/s və 13 m^3/s, 3-cü qoluna aid-13 m^3/s və 14,5 m^3/s , 4-cü qoluna aid-14,5 m^3/s və 18 m^3/s, 5-ci qoluna aid-18 m^3/s və 22 m^3/s, 6-ci qoluna aid-22 m^3/s və 25 m^3/s, 7-ci qoluna aid-25 m^3/s və 50 m^3/s, 8-ci qoluna aid-50 m^3/s və 70 m^3/s, 9-cu qoluna aid-70 m^3/s və 100 m^3/s, 10-cu qoluna aid isə-100 m^3/s və 140 m^3/s uyğun gəlir. Əlaqənin hər bir qolundan göstərilən intervallar daxilində asılı gətirmələrin ən böyük sərflərinin prognozlarının verilməsində az xəta ilə istifadə edilə bilər. Məsələn, Balakənçayın Balakən məntəqəsindən 20 m^3/s su keçən zaman asılı gətirmələrin sərfi 140 kq/s bərabər ola bilər. Lakin 9-cu qoluna ğörə çaydan 90 m^3/s su keçməsinə baxmayaraq, asılı gətirmələrin miqdarı təkrarən 20 kq/s bərabər olmuşdur. Buna əvvəlki halda yay fəslinin ilk leysan yağışından selin baş verməsi səbəb olduğu halda, sonrakı hal aşınma materiallarının nisbətən az toplandığı ərəfədə baş verməsi ilə izah olunur (şəkil).

Böyük Qafqazın digər mühüm selli çay hövzəsi Kürmükçay hesab olunur. Bu çay üçün də tərtib olunmuş Rmax=f(Qmax) əlaqəsi çoxsaylı qollardan ibarətdir. Əlaqənın 1-ci qoluna aid asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri üçün aşağı və yuxarı ekstrapolyasiyaların müvafiq su sərfləri 9 m^3/s və 12 m^3/s, 2-ci qoluna aid-12m^3/s və 15 m^3/s, 3-cü qoluna aid-15 m^3/s və 20 m^3/s, 4-cü qoluna aid-20 m^3/s və 26 m^3/s, 5-ci qoluna aid-26 m^3/s və 38 m^3/s, 6-ci qoluna aid-38 m^3/s və 50 m^3/s, 7-ci qoluna aid-50 m^3/s və 100 m^3/s, 8-ci qoluna aid-100 m^3/s və 220 m^3/s uyğun gəlir. Qeyd edək kı, bu əlaqədəki ən böyük su sərfinə asılı gətirmələrin də ən böyük sərfi tam uyğun gəlir. Bu əlaqənin kifayət qədər sıxlığı asılı gətirmələrin ən böyük sərflərin düzgün proqnozlarının verilməsi ehtimalını artırır. Kürmükçayın Sarıbaş məntəqəsi üçün tərtib olunmuş Rmax=f(Qmax) əlaqəsi də 8 qoldan ibarətdir. Əlaqənin 1-ci qoluna aid asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri üçün aşağı və yuxarı ekstrapolyasiyaların müvafiq su sərfləri 1,9 m^3/s və 2,2 m^3/s, 2-ci qoluna aid-2,2 m^3/s və 2,6 m^3/s, 3-cü qoluna aid-2,6 m^3/s və 3 m^3 /s, 4-cü qoluna aid-3 m^3/s və 5 ,2 m^3/s, 5-ci qoluna aid-5,2 m^3/s və 7 m^3/s, 6-ci qoluna aid-7 m^3/s və 11 m^3/s, 7-ci qoluna aid-11 m^3/s və 50 m^3/s uyğun gəlir. Bu əlaqədəkı 7-ci qolun ən böyük su sərfinə asılı gətirmələrin ən böyük sərfi tam uyğun gəlməmişdir. Buna səbəb yaz və yay fəsillərinin əvvəllərində asılı gətirmələrin ən böyük sərflərinin çaylardan keçməsi və sonrakı dövrə qalmamasıdır. İkinci ərəfədə isə diblə yuvarlanan gətirmələrin üstünlük təşkil etməsini güman etmək olar. Buna baxmayaraq, əlaqə kifayət qədər sıxdır və ondan qalan hallarda asılı gətirmələrin ən böyük sərflərinin proqnozlarının verilməsində istifadə edilə bilər. Belə ki, əlaqəyə görə, çaydan 2 m^3/s su sərfi keçdiyi zaman ona müvafiq asılı gətirmələrin ən böyük sərfi 6,7 kq/s təşkil edildiyi halda, 6 m^3/s su sərfi keçəndə isə asılı gətirmələrin ən böyük sərfi 140 kq/s bərabər olur.



Su və asılı gətirmələrin ən böyük orta sutkalıq sərfləri arasında əlaqə

Kürmükçayın digər mühüm selli qolu Hamamçay hesab olunur. Bu çay üçün tərtib olunmuş Rmax=f(Qmax) əlaqəsi də çoxsaylıdır. Əlaqənin 1-ci qoluna aid asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri üçün aşağı və yuxarı ekstrapolyasiyalarına müvafiq su sərfləri 2 m³/s, və 3 m³/s, 2-ci qoluna aid-3 m³/s və 5 m³/s, 3-cü qoluna aid-5 m³/s və 8 m³/s, 4-cü qoluna aid-8 m³/s və 12 m³/s, 5-ci qoluna aid-12 m³/s və 18 m³/s, 6-cı qoluna aid-18 m³/s və 29 m³/s, 7-ci qoluna aid-29 m³/s və 60 m³/s, 8–ci qoluna aid-60 m³/s və 70 m³/s hesab olunur. Lakin Hamamçayın İlisu məntəqəsində asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri 1963 və 1968-cu illərdə ölçülmüş və onlara müvafiq su sərfləri 16,8 m³/s və 17 m³/s bərabər olmuşdur. Həmin çaydan 1972-ci ildə 68,4 m³/s su sərfi keçməsinə baxmayaraq, ona müvafiq asılı gətirmələrin ən böyük sərfi (7,3 kq/s) kiçik olmuşdur. Təhlil göstərir ki, buna səbəb asılı gətirmələrin az, diblə yuvarlanan gətirmələrin çox olması və batometrlə ölçü götürməyin mümkün olmamasıdır. Buna baxmayaraq, tərtib olunmuş əlaqə sıxdır və asılı gətirmələrin ən böyük sərflərin proqnozlarının verilməsi üçün yararlıdır.

Böyük Qafqazın cənub yamacından axan selli çaylardan biri də Əyriçay hesab olunur. Bu çayın Başdaşaqıl məntəqəsi üçün tərtib olunmuş Rmax=f(Qmax) əlaqəsi də 8 qoldan ibarətdir. Əlaqənin 1-ci qoluna aid asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri üçün aşağı və yuxarı ekstrapolyasiyaların müvafiq su sərfləri 4 m³/s və 6,2 m³/s, 2-ci qoluna aid-6,2 m³/s və 8 m³/s, 3-cü qoluna aid-8 m³/s və 10 m³/s, 4-cü qoluna aid-10 m³/s və 13 m³/s, 5-ci qoluna aid-12 m³/s və 23 m³/s, 6-cı qoluna aid-23 m³/s və 50 m³/s, 7-ci qoluna aid-50 m³/s, 8-ci qoluna aid-70 m³/s və 110 m³/s hesab olunur.

Qeyd edək ki, bu çayda asılı gətirmələrin hidroloji sırası üzrə ən böyük sərfi 1962-ci ildə 480 kq/s olduğu halda, ona müvafiq su sərfi (33,3 m³/s) kiçik olmuşdur. Əksinə, 1983-cü ildə hidroloji sıra üzrə ən böyük su sərfi 89,4 m³/s olduğu halda, asılı gətirmələrin ən böyük sərfi (77 kq/s) kiçik olmuşdur. Bu da ümumi gətirmələr axımında diblə yuvarlanan gətirmələrin

çox olması və batometrin ölçü diapazonundan böyük olması ilə izah olunur. Məntəqə üçün tərtib olunmuş əlaqə asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri üçün proqnozların verilməsində yararlıdır.

Böyük Qafqazın cənub yamacından axan və böyük dağıdıcı sel qabliyyəti ilə fərqlənən çaylardan biri də Kişçay hesab olunur. Onun ən selli qolu Qaynarçaydır. Bu çay üçün tərtib olunmuş Rmax=f(Qmax) əlaqəsi 6 qoldan ibarətdir. Əlaqənin 1-ci qoluna aid asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri üçün aşağı və yuxarı ekstrapolyasiyaların müvafiq su sərfləri 0,9 m^3/s və 1,2 m^3/s, 2-ci qoluna aid-1,2 m^3/s və 1,6 m^3/s, 3-cü qoluna aid-1,6 m^3/s və 2,2 m^3/s, 4–cü qoluna aid-2,2 m^3/s və 3,6 m^3/s, 5-ci qoluna aid-3,6 m^3/s, 6-cı qoluna aid-8 m^3/s və 26 m^3/s uyğun gəlir. Digər çaylardan fərqli olaraq bu çayda asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri üçün tərtib olunmuş əlaqənin sonuncu qoluna su və asılı gətirmələrin ən böyük sərflərin maksimal qiymətləri uyğun gəlir. Bu məntəqə üçün tərtib olunmuş Rmax=f(Qmax) əlaqəsi də kifayət qədər sıxdır və ondan asılı gətirmələrin ən böyük sərflərin proqnozlarının verilməsində istifadə oluna bilər. Belə xüsusiyyətlərə Damarçıq, Dəmiraparançay, Ahohçay, Girdimançay, Ağsu çayları da malikdirlər.

Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacından axan çaylar daşqınları ilə cənub yamacın çaylarından fərqlənirlər. Belə ki, bu ərazidən axan çaylar üçün tərtib olunmuş Rmax=f(Qmax) əlaqələri qolların azlığı ilə seçilirlər. Bu da çayların gidalanmasında qar və buzlaq sularının üstünlük təşkil etməsi ilə izah olunur. Belə xüsusiyyətlər Samurçay, Qusarçay, Quruçay üçün tərtib olunmuş Rmax=f(Qmax) əlaqələrində daha çox nəzərə çarpır.

Daşqın rejimli çaylardan biri də Qudiyalçay hesab olunur. Bu çayın Xınalıq məntəqəsi üçün tərtib olunmuş Rmax=f(Qmax) əlaqəsi 6 qoldan ibarətdir. Əlaqənin 1-ci qoluna aid asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri üçün aşağı və yuxarı ekstrapolyasiyalarına müvafiq su sərfləri 9 m^3/s və 12 m^3/s, 2-ci qoluna aid-12 m^3/s və 16 m^3/s, 3-cü qoluna aid-16 m^3/s və 24 m^3/s, 4–cü qoluna aid-24 m^3/s və 32 m^3/s, 5-ci qoluna aid-32 m^3/s və 40 m^3/s, 6-cı qoluna aid-40 m^3/s və 50 m^3/s uyğun gəlir. Bu əlaqədə də hidroloji sıradakı su və asılı gətirmələrin maksimal sərflərin qiymətləri üst-üstə düşür. Belə xüsusiyyətlərə Qudiyalçayın-Qırız, Ağçayın-Cek, Caqacukçayın-Rustov məntəqələri üçün qurulmuş əlaqələr də malikdir.

Böyük Qafqazda leysan yağışları ilə daşqın və sellər baş verən çaylara Sumqayıtçay da aiddir. Bu çay üçün tərtib olunmuş Rmax=f(Qmax) əlaqəsi 5 qoldan ibarətdir. Bu əlaqənin 1-ci qoluna aid asılı gətirmələrin ən böyük sərflərin aşağı və yuxarı ekstrapolyasiyalarına müvafiq su sərfləri 16 m^3/s və 30 m^3/s, 2-ci qoluna aid-30 m^3/s və 50 m^3/s, 3-cü qoluna aid-50 m^3/s və 80 m^3/s, 4-cü qoluna aid-80 m^3/s və 120 m^3/s, 5-ci qoluna aid-120 m^3/s və 200 m^3/s uyğun gəlir. Pirsaatçayın Poladlı məntəqəsi üçün də Rmax=f(Qmax) əlaqəsi 5 qoldan ibarətdir. Bu əlaqənin 1-ci qoluna aid asılı gətirmələrin ən böyük sərflərin aşağı və yuxarı ekstrapolyasiyalarına müvafiq su sərfləri 26 m^3/s və 48 m^3/s, 2-ci qoluna aid-48 m^3/s və 58 m^3/s, 3-cü qoluna aid-48 m^3/s və 78 m^3/s, 4-cü qoluna aid-78 m^3/s və 90 m^3/s, 5-ci qoluna aid-90 m^3/s və 100 m^3/s uyğun gəlir.

Beləliklə, tədqiqat göstərir ki, Böyük Qafqazın cənub yamacından axan çaylar üçün Rmax=f(Qmax) əlaqələrində asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri yay fəslinə, şimal-şərq yamacından axan çaylarda isə yaz və yay fəslinin əvvəlinə müvafiq gəlir. Su və asılı gətirmələrin ən böyük sərfləri arasındakı bütün funksional əlaqələr kifayət qədər sıx oldğundan üçün onlardan sel gətirmələrin ən böyük sərflərinin proqnozlarının verilməsində az xəta ilə istıfadə edilə bilər.

ƏDƏBİYYAT

ABDUYEV, M.A. 1998. Azərbaycanın dağ çaylarının orta illik asılı gətirmələr axımının hesablanmasına dair. *AEA Xəbərləri Yer elmləri,* 3, 70-74.

ХИКМАТОВ, Ф. 1984. Генетический анализ и вопросы прогноза стока взвешенных наносов рек Средней Азии. Автореферат канд. дисс. Ташкент. 21.

МАМЕДОВ, М.А. 1978. Определение стандартных параметров распределения максимальных расходов горных рек Азербайджанской ССР. *Изв. АН Азерб. ССР. Сер наук о Земле*, 3, 73-78.

MƏMMƏDOV, C.H. 2007. Aylıq asılı gətirmələr axımının proqnoz əlaqələri. *AMEA Xəbərləri Yer elmləri*, 3, 75-78.

ТАЛАНОВ, Е.А. 1998. Математическое моделирование и краткосрочное вероятностное прогнозирование селей дождевого генезиса. Казах. Университет. Алматы. 132.

Məqaləyə c.e.d. R.Mahmudov rəy vermişdir

© M.A.Məmmədova, 2009

ŞİRVAN DÜZƏNLİYİNDƏ ƏHALİNİN İÇMƏLİ SU MƏNBƏLƏRİ, TƏCHİZATI VƏ EKOLOJİ PROBLEMLƏRİ*

M.A.Məmmədova

Bakı Dövlət Universiteti
AZ1143, Bakı, Z.Xəlilov küçəsi, 23

Məqalədə quru iqlim (arid), mürəkkəb hidrogeoloji və ağır ekoloji şəraitə malik olan Şirvan dağətəyi düzündə məskunlaşmış əhalinin mövcud içməli su təchizatı mənbələri və onların ekoloji problemləri uzun illərin tədqiqatları əsasında şərh edilir. Eyni zamanda, düzənliyin əhalisinin içməli suya artan tələbatının ödənilməsi üçün çirklənmədən təbii mühafizə şəraitinə malik ekoloji təmiz yeraltı su mənbələri, ehtiyatları və onlardan istifadə yolları irəli sürülür.

Ərazisi 7115 km^2 olan Şirvan dağətəyi düzənliyi, şimaldan Acınohur qalxımı və Böyük Qafqazın cənub-şərq ətəkləri, cənubdan Kür çayı ilə sərhədlənir. Burada əhali tarixən Kür çayı, onun sol qolları olan və öz mənbəyini Böyük Qafqaz dağlarından götürən Əlican, Türyan, Göyçay, Girdiman və Ağsu çayları boyunca məskunlaşmışdır. Əsas məşğuliyyət maldarlıq və qismən əkinçilik olduğundan qədim zamanlardan XX əsrin ikinci yarısına qədər yerli yerüstü su mənbələri – ekoloji təmiz çay suları əhalinin sayı və sudan istifadə dərəcəsi baxımından kifayət edirdi. Lakin Şirvanda əhalinin sayı artdıqca, onun mədəni səviyyəsi yüksəldikcə, həyat fəaliyyətinin istiqamətləri genişləndikcə içməli, həmçinin suvarma və texniki məqsədlər üçün yararlı suya tələbat daima artmış və hazırda ekoloji təmiz su problemi artıq ön plandadır.

Şirvanda maldarlıq, taxılçılıq, baramaçılıq, bağçılıqla yanaşı, pambıqçılıq və üzümçülüyün inkişafı üçün geniş imkanların olduğu daima diqqət mərkəzində olmuşdu. Elə bu baxımdan Mingəçevir su anbarı tikildikdən sonra burada, ilk növbədə, pambıqçılığı və sonra üzümçülüyü inkişaf etdirmək üçün başlanğıcını bu dəryaçadan götürən, uzunluğu 123 km, əvvəlində su sərfi 78, sonunda 9 m^3/s olan Yuxarı Şirvan kanalı 1959-cu ildə çəkilmiş və 127 min ha sahəni suvarmaq üçün istifadəyə verilmişdir (Абдулрагимов, 1969).

Şirvan düzü çaylarının ümumi ortaillik su sərfi 37,2 m^3/s təşkil edir və yay aylarında onların suyu azalır, bəziləri bu dövrdə orta hissələrindən sonra susuz olur.

1957-1964-cü illərdə uzunluğu 211 km, suaparıcılığı 36 m^3/s olan Baş Şirvan kollektoru tikildiyi ərəfədə, Şirvanda ümumi sahəsi 50 km^2 olan «Qara su» quruduldu. Bu tarixdən Şirvanda ətraf mühitə – torpaq qatına, yerüstü və yeraltı hidrosferə texnogen amillərin təsiri, eyni zamanda, ekoloji gərginlik də artmağa başladı. Şirvan düzü ekoloji gərginliyə görə Azərbaycanda Abşeron yarımadasından sonra ikinci yerdə durur. Əgər Abşeronda bu gərginlik neft yataqlarının istismarı, sonradan sənayenin inkişafı və s. ilə bağlı yaranmaqla 100 ildən artıq bir tarixə malikdirsə, Şirvanda ekoloji gərginliyin artması pambıqçılıq və üzümçülüyün genişmiqyaslı inkişafı ilə 1960-cı illərdən sonra başladı. Şirvan düzü günəş enerjisinin yüksək olması üzündən əla növ və böyük məhsuldarlığa malik pambıq, üzüm və digər kənd təsərrüfatı məhsullarını yetişdirmək üçün əlverişli şəraitə malikdir. Lakin bu allüvial-prolüvial düzənlikdə əksər sahələrdə kontinental və dəniz mənşəli süxurların son məhsulu olan şoran və ağır torpaqlar intişar tapmışdır. Eyni zamanda, ərazinin 40 %-dən çox hissəsində qrunt suları yüksək minerallaşmaya (5-15 q/l-dən 50-75 q/l-dək və daha artıq) malikdir. Belə şəraitdə daima yüksək keyfiyyətli və böyük məhsuldarlıqda məhsul götürmək üçün torpaqların kollektor-drenaj önündə duzlardan azad edilməsilə yanaşı, külli miqdarda müxtəlif gübrələrdən (azotlu, fosforlu və s.), həşaratlara və xəstəliklərə qarşı pestisidlərdən (DDT, heksoxloran) və digər zəhərləyici maddələrdən (mis və dəmir kuporoslarından və s.) istifadə edilirdi. O da məlumdur ki, bu kimyəvi maddələr və birləşmələr torpaqda daha böyük təsir gücünə ma-

* Məqalədə görkəmli alim, mərhum professor F.Ş.Əliyevin materiallarından istifadə olunmuşdur.

lik metobolitlərini yaratmaqla yanaşı, həm də torpaqda öz neqativ təsirini uzun illər saxlayır (Əliyev, 2000). Yuxarı Şirvan kanalı istifadəyə verildikdən sonra qrunt sularının səviyyəsi sürətlə yer səthinə yaxınlaşdı. Kollektor-drenaj şəbəkəsinin gec inşa edilməsi (5 il sonra) və effektinin zəif olması, son on ildə isə fəaliyyətsiz hala düşməsi üzündən Şirvanda hazırda qrunt suları onun ərazisinin 80-90%-də yer səthindən 0,5-2,5 m dərinlikdə yerləşir. Başqa sözlə qrunt sularınun özləri yüksək minerallaşmaya malik olması ilə yanaşı, həm torpaqda olan zəhərləyici maddələri, həm də şəhər və kəndlərdə kanalizasiya sistemləri olmadığından fekal və bütün tullantı sularını özündə toplayaraq daxili çayların və Kürün suyunun daimi çirklənmə mənbəyinə çevrilmişdir.

Şirvanda hazırda kəndlərin 60%-dən çoxu ilə yanaşı, Zərdab və Şirvan (Əli Bayramlı) şəhərlərinin içməli su mənbəyi Kür çayıdır. Düzənliyin dağətəyi hissəsində isə əhali Yuxarı Şirvan kanalı vasitəsilə Kür suyundan, qismən daxili çayların üst və yataqaltı (Ağdaş – Türyançayın, Göyçay rayonu – Göyçayın, Kürdəmir – Girdiman çayın) sularından, qismən də ekoloji təmiz yeraltı sulardan (Göyçay, Ağdaş, Ağsu, Ucar) istifadə edir. Üst suları artıq yüksək səviyyədə çirklənmiş və gələcəkdə də ətraf mühitə texnogen amillərin təsirinin artması ilə onların çirklənmə dərəcələrinin toksiki maddələr və digər çirklənmə mənbələri hesabına artacağı istisna edilmir. Ona görə Şirvanda əhalinin üst sularından içmək və məişət xidmətləri üçün istifadəsi arzuolunmazdır və bu bir daha uzun illər aparılan tədqiqatların nəticələrindən də aydın görünür (1-ci cədvəl). Qeyd etmək lazımdır ki, qrunt sularının çaylara qismən drenaj olması ilə onların aşağı hissələrində çaylarda suyun ümumi minerallaşması, xlor və sulfat ionlarının miqdarı artır, yay aylarında isə normadan artıq olur.

Bu qısa şərhdən göründüyü kimi, ətraf mühitdə, xüsusən də çaylarda mövcud olan özünü təmizləmə prosesinə nisbətən artıq çay sularına daxil olan inqredientlərin təsir gücünün dəfələrlə böyük olması təbii mütənasibliyi pozmuş, bu isə havanın, torpağın və su mənbələrinin həddindən ziyadə çirklənməsinə gətirib çıxarmışdır. Ona görə əhalinin su təchizatı üçün respublikada yeganə mənbə, həm də çirklənmədən təbii mühafizə şəraitinə malik olan təzyiqli yeraltı sulardır.

Azərbaycanın digər şəhər və kəndlərində, iqtisadi bölgələrində olduğu kimi, Şirvanda da, bölgənin ümumi inkişafı ilə bağlı suya tələbat son əsrdə xeyli artmış və onun daha böyük vüsət alacağı hazırda müşahidə edilən ərazi inkişaf proseslərindən də görünür. Əkinçilik və maldarlığın inkişafı, habelə şoran torpaqların duzlardan yuyulması ilə bağlı suya olan tələbat bu bölgədə Kür çayı və daxili çayların suları hesabına tam ödənilə bilər. Bu halda yerüstü sularından bu və ya digər məqsədlər üçün istifadə edildikdə onların kimyəvi tərkibi, suyun tərkibindəki birləşmələrin bitkilərə, onların məhsullarının keyfiyyətinə təsiri də nəzərə alınmalıdır. Yəni pambıq, üzüm və digər ağac növləri üçün istifadə edilə biləcək sudan bəzi tərəvəz və s. bitkilərin suvarılmasında istifadə edilməsi araşdırılmalıdır.

Şirvanda hal-hazırda əhalinin içməli sutəchizatında yerüstü (Yuxarı Şirvan kanalı, Kür çayı və düzənlikdaxili çaylar) və yeraltı (təzyiqli və çayların yataqalt) sulardan istifadə edilir. Şirvan düzündə əhalinin içmək və məişət xidmətləri üçün yararlı suya olan tələbatı 1980-ci ildə 149,1 və 2000-ci il üçün isə 444,1 min m³/gün təşkil edirdi. O cümlədən, müvafiq olaraq şəhər əhalisi üçün 62,6 və 223,4 min m³/gün tələb olunurdu (2-ci cədvəl).

1-ci cədvəl

Şirvan düzü çaylarında çirkləndiricilərin kəmiyyət göstəriciləri

Çirkləndiricilər	Çaylarda su götürülən məntəqələr üzrə çirkləndiricilərin miqdarı (mq/l)			
	Əlicançay-Xanabad	Türyançay-Ağdaş şəhəri	Qarasu-Zərdab şəhəri	Göyçay-Göyçay şəhəri
Bixromat oksidləşməsi (5,0)	8,4	14,5	14,9	12,0
Oksigenə biokimyəvi tələbat – OBT_5 (3,0)	2,1	1,82	2,08	1,92
Neft məhsulları (0,1)	0,13	0,14	0,09	0,07
Fenollar (0,001)	0,004-0,002	0,009-0,004	0,008-0,003	0,005-0,004
Heksaxloran (0,02)	0,01	0,29	0,01	0,012
Sintetik səthi aktiv maddələr (0,5)	0,05	0,05	0,05	0,04

Qeyd: Mötərizədə komponentlərin sanitar normalara görə suda yol verilə bilən həddi konsentrasiyası (BHK)

2-ci cədvəl

Şirvan düzənliyində əhalinin içmək və məişətdə istifadə üçün yararlı suya olan tələbatı

№	İnzibati rayonlar və onların mərkəzi	İçmək və məişət xidmətlərinə yararlı suya tələbat, min m³/gün			Əhalinin sayı, min nəfər
		1980	2000	2010	01.01.2004-cü il
1.	Ağdaş rayonu	29,7	53,6	72,3	93,3
	Ağdaş şəhəri	13,2	21,4	36,3	23,2
2.	Göyçay rayonu	25,0	83,7	116,5	104,3
	Göyçay şəhəri	16,2	78,0	80,0	35,1
3.	Ağsu rayonu	23,6	46,2	49,8	65,8
	Ağsu şəhəri	7,4	10,8	25,35	16,9
4.	Ucar rayonu	23,5	96,9	109,5	73,9
	Ucar şəhəri	6,6	49,5	51,5	15,6
5.	Zərdab rayonu	20,7	67,2	95,0	48,7
	Zərdab şəhəri	6,2	26,9	31,0	10,5
6.	Kürdəmir rayonu	26,6	96,5	123,0	97,3
	Kürdəmir şəhəri	13,0	36,8	48,1	17,9
7.	Şirvan üzrə	149,1	444,1	566,1	483,2
	Şəhərlər üzrə	62,6	223,4	272,25	119,2

Aparılan araşdırmalara görə respublikanın kənd və şəhərlərinin hər nəfəri sudan hazırda ümumi və respublika üzrə olan normadan üç dəfə az istifadə edir. Məsələn, Asiya İnkişaf Bankı ilə birgə aparılan (2003-cü il) yoxlamalara görə Ağdaş və Göyçay şəhərlərində məişətdə 22,7 l/gün su istifadə edilir, şəhər üzrə norma isə 38-45 l/gün nəzərdə tutulmuşdur. Demək olar ki, nəinki kənd və kiçik şəhərlərdə, hətta respublikanın böyük şəhərlərinin heç birində əhali içmək və məişət xidmətləri üçün lazım olan həcmdə su ilə təmin edilməyib. İnkişaf etmiş ölkələrdə əhalinin sayı az olan şəhərlərdə hər nəfərə 100-150 l/gün su nəzərdə tutulur.

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, Şirvan dağətəyi düzənliyi çox mürəkkəb hidrogeoloji şəraitə malikdir. Burada müxtəlif illərdə aparılan hidrogeoloji axtarış və kəşfiyyat işlərilə içmək və məişət xidmətləri üçün yararlı yeraltı sular ərazidəki çayların gətirmə konuslarının yuxarı və qismən də orta hissələrində dördüncü dövr (xvalın-xəzər və bakı) yaşlı çökmə süxurlarda aşkar edilmişdir (Əliyev, 2000). Yeraltı şirin və az minerallaşmaya (1-3 q/l) malik suların istismar ehtiyatları ilkin hesablamalara əsasən Kürsahili bölgədə – Qaradein, Abad, Hapıtlı (Ağdaş rayonu), Zərdab rayonu və onun Seyidlər kəndi ərazisində 136,52 min m³/gün təşkil etmişdir. Əslində bu sular Tərtərin və Qarqarın Şirvanda olan gətirmə paleokonuslarına məxsusdur. Sonralar bu ərazidə aparılmış əlavə hidrogeoloji tədqiqatlarla yeraltı suların proqnoz ehtiyatları 44,02 min m³/gün həcmində hesablanmışdır (Фиалко, Самедов, 1963). Lakin bu ehtiyatlar öz tədqiqat və hesablama metodlarına, o cümlədən nəticələrinə görə də sugötürücülərin layihələndirilməsinə əsas vermirdi.

Kürdəmir və Ağsu şəhərlərinin su təchizatı üçün Külüllü sahəsində kəşfiyyat işləri aparılaraq ehtiyatlar 20,1 min m³/gün həcmində hesablanmış və burada 8,3 min m³/gün məhsuldarlıqla sugötürücünün inşası üçün yeraltı su ehtiyatları Dövlət Ehtiyatlar Komissiyasında təsdiq edilmişdir (1974-cü il). Lakin hal-hazıra kimi bu şəhərlərin əhalisi içməli su qıtlığından əziyyət çəksə də, burada mərkəzləşdirilmiş sugötürücülər inşa edilməyib. Hasilatı horizontal drenlər vasitəsilə həyata keçirilən və Kürdəmirə nəql edilən Girdimançayın yataqaltı suları isə ümumi tələbatın kiçik bir hissəsini təşkil edir.

Sonralar Şirvan çaylarının gətirmə konuslarında dəqiq hidrogeoloji tədqiqatlar və kameral ümumiləşdirmələrlə yeraltı suların regional istismar ehtiyatları Əlicançay-Türyançay sahəsi üzrə 359, Göyçay sahəsi üzrə – 98,2 və Girdimançay-Ağsu sahəsi üzrə – 60,5 min m³/gün həcmində hesablanmışdır (Листенгартен, 1983). Bu xvalın-xəzər yaşlı sulu horizontların sularıdır və ehtiyatların 339 min m³/gün həcmi şirin (1 q/l-ə qədər), qalan 178,7 min m³/günü isə az minerallaşmaya (1-3 q/l) malik sulardır. Kimyəvi

tərkibcə şirin sular hidrokarbonatlı, hidrokarbonatlı-sulfatlı, az minerallaşmaya malik sular isə sulfatlı, sulfatlı-xlorlu olsalar da, onların suda miqdarı içmək üçün istifadə norması həddindən artıq deyil.

Kimyəvi analizlərin nəticələrinə əsasən suların tərkibində (mq/l) beril – 0,0002; nitratlar – 5-dən az; ftor – 0,005-0,75; dəmir iki və üçvalentli – 0,07-dən az; mis – 0,5-dən az; sink – 0,012-dən az, selen – 0,001-dən az, molibden – 0,07-dən az, qurğuşun – 0,08-dən az, uran – $4{,}25 \cdot 10^{-3}$ mq/l-dən az olmuşdur (Алиев, Али-Заде и др., 1983). Spektral analizlərə əsasən (mq/l) titan – 0,062-dən az, xrom – 0,003-dən az, manqan – 0,03-dən az, nikel – 0,0034-dən az, gümüş – 0,001-dən az, barium – 0,168-dən az olmuşdur.

Sular kimyəvi və bakterioloji tərkib göstəricilərinə görə içməli suyun keyfiyyətinə olan tələbatlara uyğun olmuşdur. Bütün bu təyinatlara baxmayaraq sugötürücülərin layihələndiriləcəyi ərəfədə bəzi üzvi birləşmələrin (nitrat və pestisidlərin) miqdarı və bakterioloji göstəricilər yenidən təyin edilməlidir. Şirvan düzündə yeraltı suların artezian və subartezian quyuları vasitəsilə illik hasilatı 3,6-4 mln m^3 təşkil edir ki, onun da 50-60%-i əhalinin içməli su təchizatında, qalan hissəsindən isə texniki məqsədlər və suvarma üçün istifadə edilir. Buradan da görünür ki, ekoloji təmiz yeraltı sulardan öz əsas təyinatı üzrə istifadə edilmir.

Yuxarıdakı şərhdən, içməli suya ümumi tələbat və istismar ehtiyatlarından göründüyü kimi, Şirvan düzünün şirin yerüstü su ehtiyatları yerli əhalinin suya olan tələbatını ödəmir. Ona görə bu bölgədəki Ağdaş, Göyçay, Ucar, Zərdab, Kürdəmir və Ağsu şəhərlərinin suya olan tələbatı mərkəzləşdirilmiş su təchizatı sistemi vasitəsilə ərazidaxili çayların gətirmə konuslarındakı şirin sular hesabına ödənilməlidir.

Ağdaş şəhəri və Xaldan qəsəbəsi əhalisinin içməli suya olan tələbatı Əlican-Türyan çayları arası hövzənin, Göyçay və Ucar şəhərlərinin tələbatı Göyçayın gətirmə konusunun, Zərdab şəhərininki Küryanı sahənin və Kürdəmir-Ağsu şəhərlərinin tələbatı isə Girdiman-Ağsu çaylarının gətirmə konuslarının yeraltı su ehtiyatları hesabına ödənilə bilər. Hal-hazırda bu şəhərlərin su təchizatında qeyd edilən ərazilərin suyundan pərakəndə quyularla istifadə edilir. Ucar şəhəri istisna hal təşkil edir və onun su təchizatı Göyçay rayonunun Qarabörk-Xəlitli kəndləri sahəsində Göyçayın gətirmə konusundakı yeraltı sulara qazılmış quyularla mərkəzləşdirilmiş su kəməri ilə həyata keçirilir.

Ağdaş şəhərinin avtonom su təchizatı şəhərin şimal hissəsindəki, Göyçayınkı bu şəhərə bitişik Potu kəndi sahəsindəki, Kürdəmirinki Külüllü kəndi sahəsindəki, Ağsu şəhərininki isə onun öz ərazisinin və eyni adlı çayın yataqaltı suları hesabına tam ödənilə bilər. Şirvanda kənd əhalisinin içməli ekoloji təmiz suya olan tələbatı isə mərkəzləşdirilmiş su kəməri inşa edilməklə Qanıx-Əyriçay hövzəsinin yeraltı suları hesabına ödənilməlidir. Bu zaman əhalisinin sayı müvafiq olaraq 95,1 min və 72,1 min nəfər olan Mingəçevir və Şirvan şəhərləri əhalisinin də suya olan tələbatı nəzərə alınmalıdır. Hazırda istismar ehtiyatları 2000 min m^3/gün təşkil edən bu hövzənin yeraltı su ehtiyatlarının 10-15%-dən çox istifadə edilmir. Burada dördüncü dövr çöküntülərində intişar tapmış suların istismar ehtiyatları nəinki yerli və Bakı şəhəri əhalisinin, hətta Şirvan, Cənubi-Şərqi Şirvan və Muğan düzündə məskunlaşan əhalinin də içməli suya olan tələbatını ödəyə biləcək həcmə malikdir. Hövzədə dördüncü dövr çöküntülərinin qalınlığı 1700-1950 m-ə çatır, hesablanmış ehtiyatlar isə ancaq üst 150-250 m dərinlikdəki təbəqəni əhatə edir. Aşağı təbəqə suludur, lakin onların keyfiyyəti və ehtiyatları öyrənilməlidir.

Bütün yuxarıda şərh olunanlar aşağıdakı nəticə və təklifləri irəli sürməyə əsas verir:

1. Şirvan düzündə məskunlaşan əhalinin 70%-dən çoxu içməli su normativlərinə cavab verməyən, ekoloji cəhətdən təmiz olmayan çay və kanal sularından istifadə edir;
2. Şirvan düzündə əhalinin artımı nəzər alınmaqla onun içmək və məişət xidmətləri üçün yararlı suya olan tələbatı 2010-cu il üçün ümumən 566,1, şəhərlər üzrə isə 272,25 min m^3/gün təşkil edir;
3. Şirvan düzü çaylarının gətirmə konuslarının yuxarı hissəsində dördüncü dövr çöküntülərində intişar tapmış yeraltı suların istismar ehtiyatları gündə 517,7 min m^3 təşkil edir ki, onun da 339 min m^3/gün həcmi şirin, 178,7 min m^3/gün həcmi isə az minerallaşmaya malik sulardır. Kimyəvi tərkib göstəricilərinə əsasən bu sular içməli təmiz su normativlərinin tələbatlarını ödəyir;
4. Əhalinin perspektiv su təchizatını nəzərə alaraq onun gələcəkdə içməli suya artan tə-

ləbatını qrup sugötürücüləri inşa etməklə Qanıx-Əyriçay hövzəsinin yeraltı suları hesabına ödəmək olar;

5. Kür çayının və onun qollarının suları normadan artıq çirkli olduğundan, bu sular yalnız texniki məqsədlər üçün istifadə olunmalıdır.

ƏDƏBİYYAT

АБДУЛРАГИМОВ, Т.И. 1969. Водное хозяйство Азербайджана (Ирригация и мелиорация). Азгосиздат. Баку. 153.

АЛИЕВ, Ф.Ш., АЛИ-ЗАДЕ, С.А., ЛИСТЕНГАРТЕН, В.А. 1983. Гидрохимические особенности формирования химического состава подземных вод четвертичных отложений Азербайджана. *Докл. АН Азерб. ССР*, 39, 63-67.

ФИАЛКО, Е.Р., САМЕДОВ, Б.М. 1963. Разведка подземных вод Ширванской степи и Карабахо-Мильского массива (отчет Карабахо-Мильской партии). Фонды Азгеологоуправления. Баку.

ЛИСТЕНГАРТЕН, В.А. 1983.Закономерности формирования, особенности методики оценки ресурсов и перспективы использования маломинерализованных подземных вод равнин Азербайджанской ССР. Элм. Баку.

ƏLİYEV, F.Ş. 2000. Azərbaycan Respublikasının yeraltı suları, ehtiyatlarından istifadə və geoekoloji problemləri. Çaşıoğlu, Bakı. 326.

Məqaləyə g.-m.e.d. A.B.Ələkbərov rəy vermişdir