

Особенности формирования геохимических полей северо-восточного побережья озера Севан

Гаяне А. Минасян

Институт проблем информатики и автоматизации НАН РА
e-mail: mgaya@sci.am

1. Геологическое строение [1-3]

Северо-восточное побережье озера Севан расположено примерно в осевой части Малого Кавказа. В геоморфологическом отношении район охватывает юго-западные отроги Арегунийского и Севанского хребтов, являющихся водоразделом между бассейном озера Севан и речной системой правых притоков среднего течения р. Куры.

В пределах Присеванского (Севанского) или Амасия-Севано-Акеринского пояса-офиолиты обнажаются на двух участках (блоках): Ширако-Базумском и Севано-Акеринском, где известны массивы: Шоржинский, Артанишский, Джил-Сатанахачский, Карайман (Кахаки)-Зодский, Кысаманский, Гейдарин-Лачинский, Тутхунский и др.

Комплексы офиолитовой ассоциации Присеванского пояса характеризуются следующими чертами:

1. В основании всей офиолитовой ассоциации залегают ультрамафиты – гарцбургиты, подверженные метасоматической дунитизации с обособлениями хромитов. Характерны также интенсивная серпентинизация и оталькование. Типоморфна для ассоциации гарцбургитовая (дунит-гарцбургитовая) формация.

2. Мафитовый – габброидный комплекс состоит из габбро-алливалитовой формации, включающей клинопироксеновые, троктолитовые, верлит-вебстеритовые и габбро-апортозитовые породы.

3. Вулканогенно-осадочный комплекс состоит из спилит-диабазовой, кремнисто-карбонатной, терригенно-осадочной формаций.

4. Завершают офиолитовую ассоциацию формации метаморфогенно-метасоматического комплекса – глаукофан-альмандиновая (эклогитоподобная), зеленосланцевая и родингит-лиственитовая (метасоматическая). Метаморфогенные образования, связанные с офиолитами, обладают четкой зональностью и соответствуют фации глаукофановых сланцев и альмандиновых эклогитов.

Наиболее древние породы выступают на Севанском хребте и относятся к офиолитовой ассоциации, которая слагает несколько падающих на северо-восток чешуй серпентинизированных гипербазитов, включающих блоки герцинского метаморфического комплекса, олистолиты кремнисто-эффузивной толщи, известняки позднего триаса, блоки титон-нсокомских плитчатых известняков и флишеидных отложений альба [5]. Они являются наиболее древними из стратифицированных пород, выступающих на поверхности хребта в районе с. Арпунк, Карайман, Кысаман, Гейсу. В разрезе кремнисто-эффузивной толщи офиолитовой ассоциации выделены две литофации. Главное отличие литофаций не только в значительных мощностях базальтов, но и в чередующихся с ними пачках радиоларитов, эксгалационных яшм, в том числе железисто-марганцевистых разностей. Суммарная мощность металлоносных силицитов превышает 50 м, а местами

достигает 70 – 100 м. Возраст базальтов определен по К/Аг методу в 120 – 95 млн. лет. Радиоакриновые комплексы (в силлитах) отвечают возрасту альб-верхнемеловой, по фораминиферам в известняковых прослоях (у с. Авазан), возраст верхней части разреза сеноман-туронский. Разрез толши нарушен пологими надвигами, а среди пластин надвигов были выявлены плитчатые известняки титона-неокома. В гальках берберитов обнаружено повышенное содержание никеля и кобальта, как и в маломощных корях выветривания (у с. Арташи и пос. Сотк).

Котловина озера и его обрамление имеют контрастное геологическое строение. При этом нарушенное серией глубинных и менее глубинных внутрикоровых разломов. При этом наиболее дислоцированными являются комплексы, выступающие на Севанском хребте. Близвертикальные нарушения здесь сложно сочетаются с разрывами в основании ряда чешуй. В современной структуре эти зоны, насыщенные пластификаторами (серпентинитами), ограничены крупными сейсмогравитационными оползнями (между с.с. Авазан и Кахаки). Указанные особенности разломной и пликативной тектоники обрамления отразились и в строении дна котловины.



Рис 1. Схема распространения офиолитов на Южном Кавказе

Рис 1. Схема распространения офиолитов на Южном Кавказе. Условные обозначения: возраст структурных этажей – 1-байкальский-варисцийский (доальпийское название); 2-юра-нижний мел (неоком); 3-альб-маастрихт; 4-верхний мел-плиоцен; 5-плиоцен-четвертичный; 6-участки офиолитов; 7-участки офиолитов, вскрытые скважинами; 8-галька гипербазитов и габброидов в коньякских конгломератах; 9-мезозойские гранитоиды; 10-третичные гранитоиды; 11-тектонические швы; 12-наиболее крупные тектонические нарушения.

2. Методика исследований.

Общая площадь бассейна озера Севан составляет примерно 4900 км², из которых территория самого озера - 1314 км². Большая половина территории (без озера) бассейна расположена на высоте 2000-2600 м. Бассейну оз. Севан на протяжении многих лет уделялось большое внимание, имеются многочисленные достаточно ценные исследования посвященные различным аспектам, геологического строения, геоморфологии, гидрогеологии, гидрохимии, литогеохимии, геоэкологии и мн.др. Наряду с этим в прибрежной

полосе озера в течении 10-и лет были проведены работы по геохимическому опробованию комплекса пород, почв и растительности и в итоге было отобрано около 2000 образцов. Далее по материалам опробования были выполнены эмиссионно-спектральные анализы по 28 химическим элементам (лаб. ИГН НАН РА). Результаты анализов были обработаны с помощью компьютерной технологий. Применялись также геоинформационные технологии MapInfo, ESRI ArcView, ArcMap GIS, для анализа и картирования пространственных данных.

Технологии геоинформационных систем (ГИС) востребованы для значительного облегчения и оптимизации решения конкретных вопросов, возникающих на тех или иных стадиях геологосъемочного, картосоставительского и научно-исследовательского процессов, позволяющих обеспечить ввод, контроль, хранение и отображение геологических данных; преобразование, синтез, анализ и интерпретацию координатно-привязанных данных; моделирование и распознавание природных объектов; прогноз картографируемых ситуаций и полезных ископаемых.

На указанной основе для всей территории Севанского бассейна составлены специальные карты, содержащие необходимую и достаточную атрибутивную информацию. В атрибутивных таблицах хранятся данные отдельными полями, где каждая строка описывает один объект карты. Формат атрибутивной таблицы dbf. Однако его можно скрепить базой другого типа путем создания заранее совместного поля. Базы типа Access, Excel, Dbase, Txt легко можно привязать соответственно к атрибутивной таблице. ArcMap GIS проект применялся для обработки и анализа данных геохимического опробования, мониторинга исследуемой территории и картирования геохимических полей. В итоге по программе ArcMap получена модель распределенности химических элементов по север-восточному побережью озера Севан, по которым можно судить о распространении каждого элемента, в частности на рис. 2 приведено соответствующее распределение для Cr. Как видно по карте большие скопления Cr наблюдаются по всему восточному берегу, но особенно большие аралы распространения в Шоржинском и Джил-Сатанахачском массивах, что и подтверждается наличием месторождений и проявлений хромита (Шоржинский, месторождения, приуроченные к Джил-Сатанахачскому массиву – Главная жила, Ефимовская и Бабаджанская и др., Даринский).

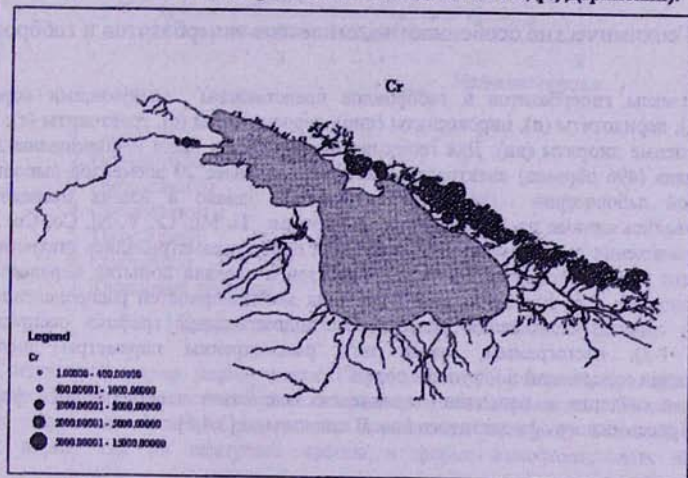


Рис. 2 Карта распределения Cr по северо-восточному побережью озера Севан

Самая высокая концентрация Ti отмечена в области Джил-Сатанахачского массива, сравнительно меньшее количества наблюдается в Кясмянском, Шоржинском и Карайман-Зодском массивах.

Mn встречается в небольших объемах в Джил-Сатанахачском, Кясмянском и Карайман-Зодском массивах.

Высокие концентрации V отмечаются в Шоржинском, Далинском и Карайман-Зодском массивах, а также встречается в Джил-Сатанахачском и Кясмянском массивах.

Заметно сходство распространения Co и Ni , которые распространены в неодинаковых высоких концентрациях по всему северо-восточному побережью оз. Севан. Содержащие Co на порядок ниже содержаний Ni .

Ag редко встречается в больших количествах, отмечаются небольшие участки распространения в Джил-Сатанахачском массиве и в окрестности с. Гюней. Самое большое скопление Ag находится близ месторождения Сотка.

Наименее распространенным элементом является B , который отмечен в больших количествах только Карайман-Зодском массиве и небольшие скопления имеются в Шоржинском и Джил-Сатанахачском массивах.

Нормальное распределение образуется, когда действует большое число независимых или слабо зависимых случайных причин. Подчинение закону нормального распределения проявляется тем точнее, чем больше случайных причин действует вместе. В геохимии показано, что иногда распределение частот встречаемости концентраций элементов не противоречит функции нормального распределения, но когда одна из случайных причин окажется резко преобладающей, то закон распределения будет обусловлен действием этой причины и, как правило, будет иметь лучшую сходимость с логарифмически нормальным или каким-либо другим распределением [6]. По северо-восточному берегу оз. Севан нормальному закону подчиняется распределение концентраций элементов Be Ib , логнормальному закону - Li Ti Ni Co Ag Sn W Ga Ge Hg Se La Se , а гиперболическому распределению - Mo Sr Ba Mn Cr V Cu Zn Pb As Sb Bi P Yt Zr Nb B .

2. Геохимические особенности комплексов гипербазитов и габброидов.

Комплексы гипербазитов и габброидов представлены следующими породами: дуниты (d), перидотиты (p), пироксениты ($пир$), серпентиниты (c), троктолиты (t), габбро ($г$) и кварцевые диориты ($кд$). Для геохимического анализа были использованы данные С.Б. Абовяна (496 образец) спектральные анализы на более 20 элементов выполнены в Бронницкой лаборатории (Московская область), однако в наших исследованиях рассматривались данные по 10 значимым элементам: Ti , Mn , Cr , V , Ni , Co , Cu , Zn , Pb , Mo . Для выяснения геохимических особенностей пород рассматривались статистические особенности распределения содержаний элементов и сделана попытка определения их закономерностей. Для выяснения статистических закономерностей распределения были рассчитаны средние содержания элементов и подготовлены графики распределения (графики 1-2), гистограммы, кроме того рассмотрены параметры дисперсий распределения содержаний по группам пород.

Общие сведения о поведении химических элементов в минеральных формах и породах Присеванского офиолитового пояса известны из [3,4,5].

4. Сравнение средних содержаний элементов

Рассмотрено распределение ряда химических элементов по группам: железо (Ti, Mn, Cr, V, Ni, Co) – рис. 3, график 1, халькофилы (Cu, Zn, Pb, Mo) – рис. 3, график 2. На графиках группы пород пронумерованы по следующему типу: дуниты (д), перидотиты (п), пироксениты (пир), серпентиниты (с), троктолиты (т), габбро(г), кварцевые диориты (кд). В общем петрохимическом ряду они отвечают серии от основных к сравнительно кислым породам.

График 1

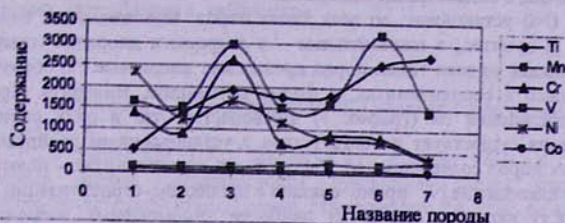
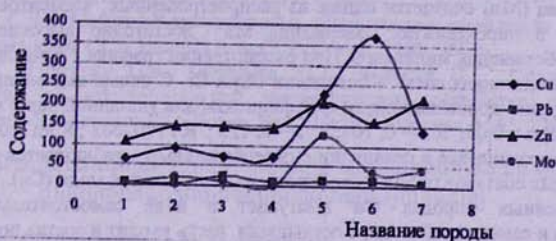


График 2



1. Дуниты
2. Перидотиты
3. Пироксениты
4. Серпентиниты
5. Троктолиты
6. Габброиды
7. Кварцевые диориты

Рис. 3 График распределения групп элементов в породах

В изученной серии пород титан (Ti) (график 1) считается распространенным элементом. В габброидном комплексе в сравнении с гипербазитами Ti обнаруживает высокие содержания. Высокие содержания Ti наблюдаются в ряду составов средних и кислых пород, где он выступает частью в форме самостоятельных минералов:

титаномагнетита, ильменита, сфена, а другая его часть входит в состав породообразующих минералов.

Распределение **ванадия (V)** в породах подчиняется определенным закономерностям, т.е. непосредственно связано со степенью убывания основности породы. При переходе от ультраосновных к более кислым составам пород происходит накопление ванадия. В средних и кислых составах пород наблюдается рост содержания V в сравнении с его кларком. В изученных породах V не образует собственных минералов и полностью изоморфно входит в состав породообразующих минералов.

Распределение **кобальта (Co)** связано также со степенью основности пород. В изученном ряду кобальт накапливается в магнезиальных и железо-магнезиальных типах пород и, частично, в аксессуарных минералах.

Никель (Ni) установлен во всех типах пород. Максимальные содержания никеля наблюдаются в дунитах, а минимальные – в кварцевых диоритах (график 1). В целом содержания никеля во всех типах пород превышают кларковые. Ni образует собственные минералы только в серпентинитах, в форме петландита, милерита. При рассмотрении графика распределения Ni (график 1) наблюдается, что в ряду смены типов пород среднего состава существует несоответствие с установленным распределением. В ряду магматических пород содержания Ni убывают, а в серпентинитах – повышаются. Отсюда вытекает, что накопление Ni прямо связано с процессом серпентизации.

Хром (Cr) является одним из наиболее типоморфных элементов для группы гипербазитов. В них Cr выступает в форме собственных минералов из ряда хромшпинелидов, а также наряду с этим частично входит изоморфно в состав цветных породообразующих и аксессуарных минералов.

Марганец (Mn) считается одним из распространенных элементов. В габброидном комплексе и в пироксенитах содержания Mn достаточно высокие, однако он не формирует собственных минералов. При рассмотрении графика 1 отчетливо наблюдается прямая корреляционная связь в поведении Mn и Cr. С целью выяснения характера этих связей рассчитаны корреляционные коэффициенты для указанной пары элементов:

$R_d = 0,024$; $R_n = 0,05$; $R_c = 0,109$; $R_t = 0,123$; $R_r = 0,062$; $R_{kd} = 0,044^1$.
В габброидном комплексе в сравнении с гипербазитовым – наблюдается отчетливый рост, а среди кислых составов пород – наоборот, спад содержания меди (Cu).

В изученных породах **Сu** выступает в виде самостоятельных минералов: халькопирита и самородной меди, а оставшаяся часть входит в состав породообразующих и аксессуарных минералов.

Цинк (Zn) входит в состав аксессуарных минералов и частично накоплен в виде аксессуарного сфалерита. В связи с необходимостью выявления взаимосвязей между элементами рассчитаны корреляционные коэффициенты для Cu и Zn, которые имеют следующий вид:

$R_d = 0,451$; $R_n = 0,12$; $R_c = 0,636$; $R_t = 0,0285$; $R_r = 0,077$; $R_{kd} = 0,714$

Среди рассмотренных групп пород корреляционные связи выявлены лишь в серпентинитах и кварцевых диоритах. Закономерный рост содержания наблюдается только для Pb и Mo. Среди изученных пород Pb представлен как в виде самостоятельного аксессуарного-галенита, так и в составе породообразующих минералов в виде изоморфной смеси.

¹ х – начальные буквы названий пород

Заклучение

Геология северо-восточного побережья озера Севан имеет исключительно сложное и контрастное строение, в пределах которого сочленяется Присеванская (Амасия-Севано-Ажеринская) офиолитовая (палеоокеаническая) зона. Из офиолитовых зон наиболее насыщена гипербазитовым веществом Присеванская.

Рассмотрено распределение ряда химических элементов по группам: железо (Ti, Mn, Cr, V, Ni, Co) – график 1, халькофилы (Cu, Zn, Pb, Mo) – график 2, в породах офиолитовой ассоциации. В общем петрохимическом ряду они отвечают серии от ультраосновных, основных к сравнительно кислым породам типа кварцевых диоритов. С помощью статистических методов исследованы корреляционные связи и установлены определенные геохимические закономерности распределения элементов групп железа и халькофилов в сериях гипербазитов и габброидов.

Литература

1. Сатян М.А., Чилингарян Г.В. (под редакцией). Геология озера Севан. Ереван, Изд. НАН РА, 1994, 181 с.
2. Геворкян Р.Г., Габриелян Г.К., Бальян С.П., Сатян М.А. и др. Эколого-геохимическая оценка загрязненности природной среды бассейна озера Севан. Научно-технический отчет, Ереван, Минприроды РА, 1990, 62 с.
3. Геворкян Р.Г., Геворкян М.Р. Офиолитовая палеоокеаническая кора Армении (Южный Кавказ), Ереван, ГЕОИД, 2003, 259с.
4. Абовян С.Б. Геология и полезные ископаемые северо-восточного побережья озера Севан. Изд.АН Арм.ССР, Ереван, 1961, 260 с.
5. Абовян С.Б. Мафит-ультрамафитовые интрузивные комплексы офиолитовых поясов Армянской ССР. Изд.АН Арм.ССР, Ереван, 1981, 306 с.
6. Беус А.А., Григорян С.В., Ойзерман М.Т., Чолакян П.Г., Стояновский А.А. Руководство по предварительной математической обработке геохимической информации при поисковых работах. Изд. «Недра», Москва, 1965, 120 с.

Սևանա լճի հյուսիս-արևելյան ափի երկրաքիմիական դաշտի ձևավորման առանձնահատկությունները

Գ. Ա. Մինասյան

Ամփոփում

Սևանա լճի հյուսիս-արևելյան ափի երկայնքով մոնիտաժաված ապարների վերլուծության արդյունքում արձանված են քիմիական տարրերի տոկոսային պարունակությունները: Անալիզի արդյունքների մշակման համար կիրառվել են մաթ. գեոինֆորմացիոն տեխնոլոգիաներ - MapInfo, ESRI ArcView, ArcMap GIS – տարածական տվյալների վերլուծության և քարտեզագրման համար: ArcMap GIS ծրագրով կառուցվել են Սևանա լճի հյուսիս-արևելյան ափի քիմիական տարրերի բաշխման մոդելները, որոնց օգնությամբ կարելի է դատել յուրաքանչյուր տարրի տարածվածության մասին: Քննարկված են Cr, Ti, Mn, V, Co, Ni, Ag, B տարրերի բաշխման օրինաչափությունները:

Զննարկվել է մաթ. 2 խումբ քիմիական տարրերի բաշխումը՝ Ti, Mn, Cr, V, Ni, Co և Cu, Zn, Pb, Mo դոմինիտներում, պերիդոտիտներում, պիրոքսենիտներում, սերպենտինիտներում, տրակտոլիտներում, գաբրոլիտներում և քվարցային դիորիտներում: Նշված տարրերում դիտվում է ուղիղ համահարաբերակցային կապ: Տարրերի միջև փոխկապակցվածությունը զննատեղիում համար հաշված է հարաբերակցության գործակիցը: