

3. Комаров В. А. Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.: Недра, 1980. 391 с.
4. Матевосян А. К. Способ геоэлектроразведки. Авторское свидетельство СССР № 1249607, 1986. Бюллетень изобретений № 29.
5. Матевосян А. К. Вращение направления возбуждаемого электрического поля многоэлектродной установкой.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, т. 41, № 2, с. 56—63.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 3, 55—57, 1988.

УДК: 556.555.8 (479.25)

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

П. М. КАПЛАНЯН

К ПРОБЛЕМЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД ОЗЕРА СЕВАН

Наблюдаемая в последние годы евтрофия озера Севан справедливо связывается с целым рядом процессов, протекающих как в самом озере, так и в бассейне в целом. При этом основными факторами, приводящими к увеличению ряда биогенных элементов и в первую очередь соединений азота (в основном нитратов), принято считать понижение уровня воды в озере и процессы антропогенного (равно как техногенного, так и сельскохозяйственного) загрязнения ряда водотоков, впадающих в озеро.

В данном сообщении автор, не опровергая этих точек зрения, все же основную причину существующего положения склонен видеть в региональном изменении всей системы процессов гипергенеза, протекающих сегодня в бассейне озера.

В связи с этим обратимся к природной биоклиматической обстановке, господствовавшей в пределах всего бассейна еще 50 лет назад и существующей ныне вне осушенной береговой зоны.

Для ландшафтов бассейна озера Севан характерен сухой континентальный климат с прохладным летом и морозной зимой. Максимум дождей выпадает весной и в начале лета, вторая половина лета—засушливая. Растительность—злаковая и разнотравная, характерная для умеренно-влажных степей. Преобладающими почвами являются горные черноземы. Мощность их достигает 50—60 см. Количество катионов превосходит количество анионов органических кислот. Поэтому возникающие кислые гумусовые вещества полностью нейтрализуются кальцием и магнием, что обеспечивает неподвижность гумуса и определяет слабощелочную и нейтральную среду. Избыток кальция поступает в нижние горизонты почв и осаждается в виде углекислого кальция, образуя известковый горизонт (последний образуется и на бескарбонатных породах). Поступающие сюда элементы и соединения задерживаются преимущественно в этом горизонте. Вымыванию подвержены лишь хлориды и сульфаты натрия и калия.

В этих условиях металлы, представленные в растворе в анионной форме, могут мигрировать в комплексе с натрием и калием. Катионы же металлов мигрируют преимущественно с хлором и сульфатами. Нейтральная и слабощелочная реакция раствора, слабое промывание почв обуславливают накопление в почвах целого ряда металлов. Кора выветривания верхнеплищев-четвертичных вулканических пород представлена обычно обызвесткованным суглинком с щебнем, которая названа Б. Б. Полюновым, проводившим здесь исследования в составе экспедиции Ф. И. Левинсона-Лессинга в 1931—32 гг., обломочной-обызвесткованной. Типоморфным элементом почв и коры выветривания, естественно, является углекислый кальций.

Описанная природная обстановка не способствует широкому сносу материала (особенно органических кислот) в акваторию озера, хотя геолого-гидрогеологические условия береговой зоны (трещиноватые андезит-базальты, со слабым наклоном, обращенным к озеру) весьма благоприятны для подобного механизма. В результате ионная составляющая процессов гипергенеза, поступающая в акваторию озера, была небольшой и сбалансированной с составом ионного материала самого озера.

В связи с отмеченными неблагоприятными для земледелия условиями основным занятием местного населения являлось животноводство и рыболовство. Земледелие же носило спорадический характер и ограничивалось культивацией небольших участков на склонах.

Какова же геохимическая обстановка, господствующая в прибрежной зоне бассейна спустя 50 лет после упомянутых работ Б. Б. Полюнова?

После понижения уровня озера на 18 м высвободилась полоса прибрежной зоны, достигающая местами (из-за пологости рельефа) ширины 4—5 км, которая впоследствии стала культивироваться под сельскохозяйственные угодья. Для повышения продуктивности вновь образованного на донных отложениях почвенного слоя стала при-

меняться интенсивная технология по созданию горизонта почв с высоким содержанием органики. В результате был сделан первый шаг по созданию почвенного покрова, не характерного для данной биоклиматической зоны.

Стала возрастать мощность почвенного покрова с богатым перегноем и увеличивающейся концентрацией водородных ионов. Биологический круговорот обуславливает здесь не свойственное данной биоклиматической обстановке кислое выщелачивание из верхней части почвенного покрова. Класс водной миграции в этом горизонте является кислым. В результате мощность этого насыщенного органикой слоя постоянно увеличивается. И если иллювиальный горизонт (горизонт вымывания) в естественных условиях находился от поверхности на расстоянии 30—40 см, то интенсивное возделывание почвенного покрова увеличило это расстояние до 60—80 см. В итоге, сегодня мы наблюдаем увеличение влияния кислого класса миграции в пределах всего профиля почвенного горизонта. В значительной степени этому процессу содействует характер засеваемых здесь сельскохозяйственных культур—корнеплодов: картофеля, лука, моркови, капусты, свеклы, обладающих способностью увеличивать концентрацию органики. В результате многие компоненты, и в первую очередь биогенные (фосфор, нитраты), приобретают высокую подвижность и транспортируются в озеро. Вместе с биогенными веществами в акваторию озера приносятся также некоторые металлы (железо, цинк, марганец, молибден, медь и др.), приобретшие подвижность вследствие повышения концентрации водородных ионов.

Механизм поступления всего этого материала в озеро весьма простой. Как отмечалось, большая часть бассейна сложена трещиноватыми вулканическими образованиями. В период дождей образуются как временные поверхностные водотоки, так и подземный сток, направленные в озеро. Разгрузка этого гидродинамического этапа в озеро очевидна.

Таким образом, антропогенное воздействие на природную среду в бассейне озера Севан привело к нарушению экологически устойчивого биоклиматического состояния. И, естественно, озеро не выдерживает этого мощного техногенного фактора, приводящего к евтрофии.

Помимо чисто лимнических последствий (изменение химического состава озерной воды, негативное влияние на ихтиофауну и др.), евтрофия озера имеет и другую важную экологическую особенность.

Как известно, хозяйственно-питьевое водоснабжение г. Еревана осуществляется за счет родниковых вод, общая минерализация которых колеблется в пределах 150—200 мг/л с весьма низкой общей жесткостью, что обуславливает эндемию в первую очередь детского рахита и сердечно-сосудистых заболеваний. Смешение же этих вод в БСР города с водами озера Севан, обладающими величиной минерализации до 650—670 мг/л, в пропорции 3:1 и даже 4:1 увеличит концентрацию растворенных солей питьевых вод до 250—300 мг/л. Поэтому мы склонны рассматривать воды озера как естественный резервуар питьевого водоснабжения города в недалеком будущем.

Следует отметить, что примером подобного антропогенного воздействия на переход существующего природного ландшафтно-геохимического типа в иной может служить Араратская долина, характеризующаяся в естественных условиях как солонцовая и солончаковая пустыня, переведенная антропогенно, в результате орошения, в поливной сухостепной тип. И если антропогенное воздействие на Араратскую долину не приводит к негативным последствиям (во всяком случае сегодня), то бассейн озера Севан, по-видимому, построен на более тонком равновесии и вышеотмеченные процессы играют существенную роль в евтрофировании озера.

Этим процессом, по-видимому, и можно объяснить постоянное увеличение концентраций, в частности нитратов, в озерной воде. К сожалению, сегодня мы не располагаем данными о количественной составляющей этого процесса. Тем не менее объяснение увеличения ряда компонентов (в том числе и биогенных) минерализации лишь только за счет вводимых удобрений, нам представляется неполным. Возможно, этот компонент загрязнения усугубляет процесс евтрофирования, но, как нам представляется, не настолько, чтобы только этим объяснять процесс заболачивания озера.

Несостоятельны, на наш взгляд, и категоричные заявления о связи заболачивания озера с понижением его уровня—как единственной причине евтрофирования. Об этом достаточно красноречиво свидетельствуют археологические данные. Так, Лчашенский некрополь или стелла Аргишти, датируемые II и I тысячелетием до н. э., то есть примерно четыре тысячи лет назад, вскрытые после отступления озера, свидетельствуют о том, что уровень воды в то время был примерно такой же, как и сейчас, но, однако, широких процессов перехода озерного режима в болотный не наблюдалось. Вероятно, сегодня и этот фактор в комплексе с вышеописанными имеет, по-видимому, свое отрицательное значение, но не является основной причиной.

Таким образом, формулируя общее состояние трофии сегодняшнего озера, можно полагать: осушенная береговая зона претерпела интенсивно возделанное культурное земледелие на искусственно созданном почвенном покрове с большим количеством органики, что нарушило естественное состояние гипергенного цикла и повлекло за собой нарушение природного баланса целого ряда элементов, в том числе и биогенных. Процесс этот усугублялся как понижением уровня воды, так и сбросом в озеро всевозможных отходов (в первую очередь удобрений).

Если предполагаемая версия окажется в основе правомочной, то неизбежна аль-

альтернатива: либо нормальное состояние озера, либо интенсивное земледелие на осушенной береговой полосе. Естественно, автор понимает всю ответственность подобного взаимоисключающего варианта. Рост населения в бассейне озера за последние 50 лет и приобретенная традиция земледелия не позволяют на данном этапе делать директивные изменения, прежде чем изложенная гипотеза не будет проверена и доказана.

Для проверки предложенной версии предусматривается следующая программа исследований:

— Изучению подлежит вся зона гипергенеза: почвы (как природные, так и антропогенные), растительность (включая дикорастущие и культурные разности), поверхностные и подземные воды и их донные отложения, воды озера, донные отложения озера. Таким образом, режимные наблюдения по всем перечисленным природным телам предусматривают постановку биосферного мониторинга.

— Для изучения связи изменений гипергенных условий под воздействием антропогенных процессов—как фактора возникновения различных эндемических заболеваний,—было бы целесообразным привлечь к данной проблеме и медиков.

— Результирующим этапом работ должна явиться социально-экономическая интерпретация полученных выводов по изучению гипергенного состояния бассейна озера.

Институт геологических
наук АН Армянской ССР

Поступила 18.11.1988.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 3, 57—62, 1988

УДК: 553.535.08

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Р. В. АКОПЯН, Н. С. НАЛБАНДЯН, А. И. АПРЕСЯН, Л. Г. ГЕВОНДЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ПЕРЛИТЕ В ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Вулканические стекла кислого состава, в зависимости от геологических условий становления, возраста, претерпевают различные изменения. Вулканические стекла месторождений Армянской ССР являются одними из наиболее молодых, неизменных, однако, как показывают электронномикроскопические и рентгеновские исследования, на некоторых участках они подвергнуты гидротермальным воздействиям [1].

С гидротермальными изменениями вулканических стекол связаны процессы монтмориллонитизации, цеолитизации и фельдшпатизации. На примере перлитов некоторых районов страны показано существование пространственной и генетической связи гидратированных стекол с определенным комплексом минералов, развивающихся до стекла [1, 2].

С целью выявления механизма изменений в стекловатых вулканических породах нами исследовалось гидротермальное минералообразование в перлите из Арагац-кого месторождения. Для создания гидротермальных условий использовались автоклавы из нержавеющей стали емкостью 60 см³. Фазовые превращения в перлите исследовались при температурах 250°C и 400°C и давлениях, составляющих при каждой температуре 400, 700, 900 и 1000 атмосфер, pH варьировалась от 9,5 до 11, т. е. реакции минералообразования происходили в щелочной среде. Экспозиция во всех опытах составляла 5 суток. В качестве минерализатора применялся фтористый натрий. Таким образом, параметры эксперимента соответствовали условиям, в которых приповерхностные зоны вулканических и вмещающих их пород подверглись постгенетическим гидротермальным изменениям. Полученные образцы исследовались с помощью рентгенографического, электронномикроскопического, термографического и иммерсионного анализов.

Рентгенографические исследования продуктов, полученных при 250°C и давлении 400 атмосфер (табл. 1) показали, что образцы состоят из щелочного полевого шпата, кварца, клиноптилолита и, возможно, кристобалита. Минеральный состав продуктов, полученных при давлениях 700—1000 атмосфер и исследованных в иммерсионных препаратах, не отличаются какими-либо новообразованиями.

Повышение давления в системе до 1000 атмосфер приводит к увеличению содержания щелочного полевого шпата и уменьшению количества цеолита и кварца, о чем свидетельствует увеличение интенсивностей характерных линий полевого шпата и, наоборот, уменьшение интенсивностей линий кварца и цеолита. Термографические кривые образцов, полученных при 250°C и давлениях 400 и 1000 атмосфер (рис. 1, кривые «а» и «б»), характеризуются эндотермическими эффектами с максимумом при 160°C, связанными с дегидратацией клиноптилолита.