

ПЕРСПЕКТИВЫ И КРИТЕРИИ ПОИСКОВ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ

© 2005 г. Р. Т. Мириджанян

Гарнийская геофизическая обсерватория НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
E-mail: hakhleon@sci.am
Поступила в редакцию 11.03.2005 г.

Выдвигается новая концепция для поисков геотермального месторождения в Армении. Для формирования месторождения считается реальным и более продуктивным одновременное присутствие определенных вулканических, вулкано-тектонических и морфоструктурных факторов, способствующих формированию подземных резервуаров перегретых вод.

Армения не располагает установленными запасами местного топливно-энергетического ископаемого сырья. Гидроресурсы ограничены и почти полностью вовлечены в производство электроэнергии, а углеводородное и ядерное топливо привозное.

В этой связи выявление и привлечение в общий энергобаланс страны местных нетрадиционных источников энергии приобретают стратегическое значение.

К числу таких видов энергии относится геотермальная энергия (тепло земных недр), ресурсы которой для территории Армении оцениваются как весьма обнадеживающие. Оптимизм обусловлен фактами широкого развития новейшего вулканизма, многочисленности проявлений термоминеральных вод и современной тектонической активности (Асланян, 1979).

В результате проведенных геотермических исследований (Мириджанян, 1965, 1976) в центральной диагональной части территории Армении, в общих чертах совпадающей с вулканической областью, выделялась полоса с повышенными значениями геотермического градиента ($40-50^{\circ}\text{C}/\text{км}$) и плотности теплового потока ($80-120\text{мВт}/\text{м}^2$), площадью около 7000км^2 . Здесь температура 100°C ожидается на глубине $2000-2500\text{м}$. Общий отток из недр восходящего кондуктивного тепла оценивается примерно в $170-10^6\text{кал}/\text{с}$, что соответствует мощности около 700МВт энергии.

Однако вышеуказанные цифры имеют теоретическое значение и характеризуют общие энергетические ресурсы внутренних процессов недр. Что касается практического использования этой энергии (более внушительная цифра получается при расчете теплосодержания 10-километровой верхней толщи пород), то ее рассеянность в недрах выдвигает для обозримого будущего трудноразрешимые проблемы.

С другой стороны, выделенная региональная геотермальная аномалия, отражая потенциальную энергию глубинных геологических процессов, одновременно указывает на большую вероятность нахождения именно в ее пределах локальных источников тепла (гидротермальных или петротермальных систем) в виде геотермального месторождения.

Автор придерживается мнения, что, несмотря на необычность и специфику подземного тепла,

как полезного ископаемого, к нему должны быть предъявлены все те же физические, геолого-технические и экономические требования, которые существуют для месторождений традиционных полезных ископаемых.

В недрах Земли тепло присутствует везде. Более того, с глубиной температура пород (мера нагретости тел) повсеместно повышается, хотя в разных местах с разной скоростью. Но месторождением геотермальной энергии следует считать те участки недр, где имеется природное скопление внутриземного тепла, количество, качество и условия залегания которого обеспечивают его извлечение и рентабельное использование.

К сожалению, в Армении до сего времени основное внимание было уделено общей оценке геотермальных ресурсов территории и отчасти выяснению возможностей использования тепла наиболее известных гидротермальных месторождений (Егоян, 1961; Барабанов, 1963; Асланян и др., 1967). Вне поля зрения остались вопросы типизации геотермальных месторождений, наиболее вероятных для геолого-геотермических условий Армении, и установления критериев их поисков.

Носителями внутриземного тепла являются горные породы и подземные воды. Практическое освоение тепла намного упрощается, когда в роли теплоносителя выступает вода. По этой причине вполне естественно было рассмотрение известных гидротермальных систем (Джермук – 64°C , Анкаван – 45°C , Арзакан – 52°C , Бжни – 39°C) как первоочередных перспективных объектов (Ходжоян, 1980).

С другой стороны, температура этих вод сравнительно низкая, и с учетом объема их разгрузки они имеют ограниченную тепловую мощность. Предложения о проведении бурения для вскрытия вод на более глубоких уровнях, с целью увеличения дебита и получения более высоких температур связаны с большим риском. В этих случаях высока вероятность нарушения установленного режима в связи с чувствительностью гидротермальных систем к внешнему воздействию.

Следует также иметь в виду, что по своим гидрохимическим особенностям воды вышеназванных месторождений скорее всего формируются на умеренных глубинах, и значительный прирост температуры не ожидается.

Термоминеральные воды с ценными бальнеологическими качествами, на наш взгляд, не должны рассматриваться как теплоэнергетическое сырье. Предлагается только утилизация тепла, т.е. отбор тепла с помощью теплообменников до использования вод по прямому назначению, исключая любое воздействие на систему с целью увеличения дебита. Для повышения температуры можно применять тепловые насосы.

Ввиду геолого-гидрогеологических особенностей территории Армении трудно связывать большие надежды также с водами артезианских бассейнов глубокого заложения под геостатическим давлением.

Бурением глубоких скважин в пределах наиболее крупного в Армении Араратского межгорного прогиба, заполненного мощными (до 5000 м) вулканогенными, вулканогенно-осадочными, осадочными отложениями палеогена, неогена и антропогена, в нижних горизонтах вскрыты несколько водопритоков. С глубины 3097 м скважины 11-п Севабердского участка Октемберянской площади, соответствующей карбонатно-терригенной толще среднего эоцена, произошел выброс (фонтанирование) горячей воды с температурой 83°C, а на интервале 2276-2283 м скважины Азат-1 Гарнийского участка Приереванской площади в отложениях среднего эоцена также вскрыт водоносный горизонт с мощным водопритоком, с температурой 80°C.

Воды первого проявления, которые, по устным сообщениям, первоначально имели температуру 92°C, а затем по мере "погашения" фонтана происходило постепенное понижение температуры, отличаются чрезмерно большой минерализацией (41 г/л) и, видимо, низким запасом гидродинамической энергии пласта.

Во втором случае, по данным скважинных электрических измерений и оценки удельного электрического сопротивления пластовой воды, последние отличаются низкой минерализацией, что, по всей вероятности, связано с близостью питания. Интервал укреплялся обсадной колонной с цементацией затрубного пространства. К сожалению, последующие попытки создать непосредственный контакт с водоносным горизонтом не увенчались успехом.

Но в обоих случаях воды относятся к геотермальным водам малой энтальпии (температура меньше 100°C) и по ряду технико-экономических показателей будут иметь ограниченное применение.

Определенную перспективу имеют наложенные тектонические депрессии, приуроченные к зонам Севанской и Арпа-Воротанской впадин (Ядоян, 1980). В гидрогеологическом отношении они представляют собой специфические структуры наподобие локальных артезианских бассейнов, где происходит скрытая разгрузка глубинных потоков вод из складчатого основания (Личк, Мартуни, Уз, Урут). Растекая по латерали, они образуют своеобразные пластовые системы. Но, несмотря на многочисленные попытки, здесь также пока не удалось получить воду с температурой, превышающей 55°C.

Со стороны большинства исследователей вы-

соко оцениваются потенциальные энергетические возможности магматических очагов вулканов Армении. Длительность и масштабы вулканизма, особенно верхнемиоцен-голоценового времени, многочисленность хорошо сохранившихся вулканических построек с излиянием громадного объема лавового материала дают основание предполагать наличие неполностью остывших очагов, несущих огромное количество высококачественной тепловой энергии (Ширинян, 1980).

Но, как правило, магматические очаги рассматривались как источники петротермических (тепло сухих горных пород) ресурсов, освоение которых связано с созданием искусственных геотехнологических систем (подземного резервуара с принужденной циркуляцией). Последнее обстоятельство намного осложняет извлечение тепловой энергии. Создание искусственного "подземного котла" технологически трудновыполнимо и не всегда имеет коммерческое оправдание.

Одновременно, вне поля зрения осталось рассмотрение вопроса о возможности нахождения геотермального месторождения, обусловленного наличием сочетания благоприятных вулканических, геотермических, гидрогеологических и тектоноструктурных факторов, а именно:

- не полностью остывшего магматического очага, как носителя запасов и поставщика высоко-температурной тепловой энергии;
- вулканотектонической депрессионной структуры в радиусе теплового воздействия магматического очага, играющей роль вместилища инфильтрационных вод, с их превращением в подвижный теплоноситель;
- необходимого объема метеорных вод, как основного источника питания подземного резервуара.

Основными параметрами магматических очагов являются их температура, глубина залегания и объем тепла.

Глубина залегания очагов полигенных вулканов центрального типа, как правило, оценивается намного больше, чем глубина периферических (промежуточных) очагов при ареальном вулканизме. Например, очаги многовыходного вулканизма Гегамского ареала оцениваются от 2 до 5 км (Асланян 1979; Ширинян, 1980).

Очевидно, что очаги полигенных вулканов обладают большей тепловой энергией, но решающим следует считать фактор близости очага к дневной поверхности, т.е. доступности к бурению зоны активного теплового воздействия очага.

Плиоцен-четвертичное время внедрения очагов (известны извержения в историческое время – Кагакханян, 2002) дает полное основание ожидать температуру не менее 600°C.

В этом отношении наиболее перспективными являются площади Сюникского, Гегамского, Варденисского нагорий, в пределах которых расположены сотни вулканических построек. Особый интерес представляет групповое расположение нескольких моногенных вулканов, вероятно, связанных с одним общим очагом.

Внедрение магматического тела в среду жесткого субстрата часто сопровождается образованием в верхней части разреза вулканотек-

тонической депрессии грабенообразной формы с резкими тектоническими границами. Последние представляют собой флюидопроводящие каналы. Такие депрессии на поверхности иногда сопровождаются так называемыми структурами "проседания" в рельефе, хорошо выраженными уступами по краям (Karakhanian et al., 1999, 2002).

Верхний слой депрессий, как правило, сложен озерно-аллювиальными отложениями, ледниковыми и речными осадками, андезитобазальт-андезитовыми лавами, лавово-пирокластическими покровами и потоками, которые с резким несогласием и размывом налегают на вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы палеогенового или неогенового возраста.

Промежуточный слой выражается низкой пористостью (до 5-6 %) и проницаемостью (доли миллидарси) и часто играет роль водного теплового экрана (покрышки), что является необходимым элементом для формирования геотермального месторождения. О теплоизоляционном характере слоя могут свидетельствовать аномальные повышения значений геотермического градиента и теплового потока в его пределах.

В непосредственной близости к жесткому основанию весьма вероятно образование циркуляционных резервуаров трещинно-жильных вод, которые при определенных термодинамических условиях стремятся к инъекционной разгрузке.

Учитывая закономерную связь между точкой кипения и геостатическим давлением, теплоноситель в резервуаре скорее всего будет иметь флюидное состояние в виде перегретых вод, которые вследствие резкого понижения вязкости легко просачиваются сквозь непроницаемому для холодных вод среду.

При вскрытии резервуара скважиной горячая вода, по мере приближения к поверхности, превратится в пар или пароводяную смесь, в зависимости от первоначальной температуры и давления.

Для формирования геотермального месторождения необходимо также наличие соответствующего объема инфильтрационных вод, питающих данную гидротермальную систему.

Выдвигаемые для поисков геотермальных месторождений площади Сюникского, Гегамского и Варденисского вулканических нагорий по гипсометрическим, климатическим, морфоструктурным особенностям благоприятны для сбора большого объема метеорных вод и влаги. Климат горный, влажный, с продолжительной зимой и устойчивым снежным покровом. Преобладают полого-волнистая и малорасчлененная формы рельефа. Как правило, подземный сток превосходит поверхностный сток.

Все эти факторы, вместе взятые, способствуют проникновению большого объема вод вглубь, создавая несколько ярусов межлавовых и подлавовых водопритоков. Безусловно, определенная часть инфильтрационных вод, благодаря наличию разрывных зон и других гидрогеологических "окон", просачивается в неоген-палеогеновые, в целом водонепроницаемые породы. В погруженных частях они могут образовывать подземные резервуары с устойчивыми динамическими ресур-

сами горячих вод с тепловой подпиткой со стороны магматического очага.

Предполагается, что искомые геотермальные месторождения на вышеуказанных площадях в основных чертах имеют сходную физико-геологическую модель, и при организации поисковых работ можно применять стандартную методику, с комплексированием аэрокосмических, геологических и геофизических методов. В последнем ведущая роль принадлежит разновидностям электромагнитного зондирования и высокоточной гравиметрии.

Автор выражает свою признательность всем исследователям геотермики территории Армении, идеи которых, несомненно, играли определенную роль при формировании данной концепции.

ЛИТЕРАТУРА

- Асланян Р.Т., Ананян А.Л., Тер-Мартirosян А.А. Состояние и пути изучения термальных вод в Армянской ССР. В кн.: "Региональная геотермия и распространение термальных вод в СССР". М.: Наука, 1967, с.147-150.
- Асланян А.Т. Некоторые вопросы изучения и использования подземного тепла в Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1979, N5, с.3-6.
- Барабанов Л.Н. Армянская ССР. В кн.: "Термальные воды СССР и вопросы их теплоэнергетического использования". М.: Изд.АН СССР, 1963, с.104-107.
- Егоян В.Л. Геологические предпосылки к постановке геотермических исследований в Армении. В кн.: "Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли". Изд.АН СССР, 1961, т.2, с.213-220.
- Мириджанян Р.Т. Геотермическое районирование территории Армянской ССР. Изв.АН АрмССР, Науки о Земле, 1965, N3-4, с.67-74.
- Мириджанян Р.Т. Подземное тепло. В кн.: "Геология СССР", т.ХLIII, Армянская ССР, (Полезные ископаемые). М.: Недра, 1975, с.43-44.
- Мириджанян Р.Т. Геотермическое поле Армянской ССР и перспективы практического использования подземного тепла. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. к.г.м.наук. Ереван, 1976, 23 с.
- Ходжоян М.П. Основные типы месторождений термоминеральных вод Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1980, N3, с.46-50.
- Ширинян К.Г. Возможные петрогеотермические ресурсы новейшего вулканического пояса Армянской ССР и некоторые проблемы их поисков и изучения. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1980, N3, с.35-45.
- Ядоян Р.Б. Наложенные тектонические впадины как перспективные структуры для выявления термоминеральных вод. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1980, N3, с.51-61.
- Karakhanian Arkadiy S, Trifonof Vladimir G., Azizbekian Ovanes G. and Hondkarian David G. Relationship of late Quaternary tectonics and volcanism in the Khanarassar active fault zone, the Armenian Upland. Terra Nova, 1999, vol.9, N3, p.131-134.
- Karakhanian A., Djrbashian R., Trifonof V., Philip H., Arakelian S., Avagian S. Holocene-historical volcanism and active faults as natural risk factors for Armenia and adjacent countries. Journal of Volcanology and Geothermal Research 113 (2002) 319-344.

**ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ ԵՐԿՐԱԶԵՐՄԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ
ՈՐՈՂՄԱՆ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐՆ ՈՒ ՑՈՒՑԱՆՇԱՆՆԵՐԸ**

Ռ.Տ.Միրիջանյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հայաստանի տարածքը երկրաջերմային հանքավայրերի գտնվելու առումով համարվում է հեռանկարային, սակայն, ց'այսօր, այդպիսիք դեռ հայտնաբերված չեն:

Առավել համեստ գնահատելով հանրահայտ տաք ջրերի համակարգերում, միջլեռնային խոշոր գոգավորություններում ներդրված արտեզյան ճնշումնային ջրերում, ինչպես նաև դեռևս չսառած մագմայի օջախներում և նրանց հարող տաք չոր ապարներում պարունակված ջերմության կորզման հնարավորություններն, առաջ է քաշվում Հայաստանի պայմաններում ջրագոլորչային հանքավայրերի ձևավորման հեղինակի կարծիքով ավելի իրատես և արգասավոր վարկած:

Այդպիսի հանքավայրերի առկայության ցուցանշաններն են համարվում հրաբխային տաք օջախների, խզումներով եզրագծված հրաբխա-տեկտոնական գրաբեկնաձև իջվածքների և շարժունակ ջերմակիրների սնման մետեօրային ջրերի անհրաժեշտ ծավալների համատեղումը:

**PROSPECTIVES AND CRITERIA FOR GEOTHERMAL DEPOSIT
RECONNAISSANCE ON ARMENIA'S TERRITORY**

R. T. Mirijanian

Abstract

A new concept is suggested for prospecting geothermal deposits in Armenia. For deposit to form, availability of specific volcanic, volcanic and tectonic, and morpho-structural factors contributing to formation of underground overheated water reservoirs, is considered real and more productive.