ՀՍՍՀ ԳԱ Տեղեկագիր

ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

EARTH SCIENCES

Издается преимущественно на русском, а также на армянском и английском языках

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԿՏԻՎ

ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Ա. Տ. Ասլանյան *(պատասխանատու խմբագիր)*, *տեխն. գիտ. թեկն.* Ս. Վ. Բաղալյան, *ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ* Ա. Ռ. Բաղդասարյան, *երկրա-հանք. գիտ. թեկն.* Դ. Պ. Բալդասարյան, *ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ. անդամ* Ա. Հ. Գաբրիելյան, *երկրա-հանք. գիտ. թեկն.* Է. Խ. Գուլյան, *երկրա-հանք. գիտ. դոկտ.* Է. Ա. Խաչատրյան *(պատասխանատու խմբագրի տեղակալ)*, *ՀՍՍՀ ԳԱ ակադ.* Հ. Գ. Մագաքյան, *երկրա-հանք. գիտ. թեկն.* Ռ. Տ. Միրիջանյան, *ՀՍՍՀ ԳԱ ակադ.* Ա. Գ. Նազարով, *երկրա-հանք. գիտ. թեկն.* Կ. Գ. Շիրինյան, Է. Ա. Ռոստոմովա *(պատասխանատու քարտուղար)*, *երկրա-հանք. գիտ. թեկն.* Ա. Ս. Ֆարամազյան *(պատասխանատու խմբագրի տեղակալ)*։

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Член-корр. АН Арм. ССР *А. Т. Асланян* (ответственный редактор), член-корр АН Арм. ССР *А. Б. Багдасарян*, канд. геол.-мин. наук *Г. П. Багдасарян*, канд. техн. наук *С. В. Бадалян*, член-корр. АН Арм. ССР *А. А. Габриелян*, канд. геол.-мин. наук *Э. Х. Гулян*, акад. АН Арм. ССР *И. Г. Магакьян*, канд. геол.-мин. наук *Р. Т. Мириджанян*, акад. АН Арм. ССР *А. Г. Назаров*, *Э. С. Ростомова* (ответственный секретарь), канд. геол.-мин. наук *А. С. Фарамазян* (заместитель ответственного редактора), докт. геол.-мин. наук *Э. А. Хачатурян* (заместитель ответственного редактора), канд. геол.-мин. наук *К. Г. Ширинян*.

ՀՍՍՀ ԳԱ հրատարակչություն
Издательство АН Армянской ССР

Հանդեսը լույս է տեսնում տարին 6 անգամ
Հիմնված է 1943 թ.

Журнал выходит 6 раз в год
Основан в 1943 г.

Խմբագրության հասցեն՝
375019, Երևան 19, Բարեկամության 24ա.

Адрес редакции:
375019, Ереван 19, Барекамутян, 24а.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ

№ 3 Հատոր XXXIII 1980

Բա 409

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Ա. Տ. Ասլանյան, Ա. Լ. Անանյան, Ռ. Տ. Միրիջանյան. *Հայկական ՍՍՀ ընդերքի գեոթերմալ պայմանների ուսումնասիրվածության վիճակը* 3

Ա. Տ. Ասլանյան, Կ. Գ. Շիրինյան, Ա. Լ. Անանյան, Ռ. Ս. Մալխասյան. *Ստորգետնյա ջերմության հետազոտման խնդիրները և օգտագործման հնարավորությունները Հայկական ՍՍՀ-ում* 11

Յու. Մ. Պարիյսկի. *Պետրոգեոթերմալ պաշարների յուրացման գիտատեխնիկական նախադրյալները և համաշխարհային փորձը* 20

Է. Ի. Բոգուսլավսկի, Տ. Ա. Տարաքարինովա, Ռ. Ս. Մալխասյան. *Հայկական ՍՍՀ պետրոգեոթերմալ պաշարների յուրացման հեռանկարները* 29

Կ. Գ. Շիրինյան. *Հայկական ՍՍՀ նորագույն հրաբխային գոտու հնարավոր պետրոգեոթերմալ ռեսուրսները և նրանց ուսումնասիրման ու որոնման որոշ պրոբլեմները* 36

Ն. Պ. Խոջոյան. *Հայկական ՍՍՀ ջերմահանքային ջրերի հանքավայրերի հիմնական տիպերը* 47

Ռ. Ի. Յաղոյան. *Տեկտոնական վրադրված իջվածքները որպես ջերմահանքային ջրերի հանքավայրերի հայտնաբերման հեռանկարային ստրուկտուրաներ* 51

Մ. Գ. Խոջոյան, Ռ. Գ. Հարությունյան, Լ. Մ. Բաղդասարյան. *Հայկական ՍՍՀ ջերմահանքային ջրերի մի քանի հանքավայրերի երկրաբանա-տնտեսական գնահատականը* 64

Վ. Ս. Խալաթյան. *Հայկական ՍՍՀ հանքային ջրերի ուսումնասիրվածության վիճակը և օգտագործման հեռանկարները* 69

Գիտական խրոնիկա

Ռ. Ս. Մալխասյան. *Հայկական ՍՍՀ-ում գեոթերմալ էներգիայի օգտագործման մեթոդական և կազմակերպչական պրոբլեմները (ՍՍՀՄ ԳՏՊԿ գեոթերմալ էներգետիկայի ենթասեկցիայի Երևանում կայացած 2-րդ արտագնա նիստը)* . . . 76

Հոբելյանական տարեթվեր

Էդուարդ Աբելի Խաչատրյան (ծննդյան 60-ամյակի առթիվ) 81

Ռեֆերատներ

Դ. Պ. Խոմիզուրի. *Տեկտոնական մտքի ակունքների մոտ: Թալես. Անաքսիմանդր. Անաքսիմեն* 87

Դ. Պ. Խոմիզուրի. *Տեկտոնական մտքի ակունքների մոտ: Հերոդոտ* 89

ՀԱՅԿ.ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ՖՈՒՆԴԱՄԵՆՏԱԼ ԳՐԱԴԱՐԱՆ

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
НАУКИ О ЗЕМЛЕ

№ 3 ТОМ XXXIII 1980

СОДЕРЖАНИЕ

А. Т. Асланян, А. Л. Ананян, Р. Т. Мириджанян. Состояние изученности геотермических условий недр Армянской ССР 3

А. Т. Асланян, К. Г. Ширинян, А. Л. Ананян, Р. С. Малхазян. Задачи исследования и возможности использования подземного тепла в Армянской ССР 11

Ю. М. Парийский. Научно-технические предпосылки и мировой опыт освоения петрогеотермальных ресурсов 20

Э. И. Богуславский, Т. А. Тарабаринова, Р. С. Малхазян. Перспективы освоения петрогеотермальных ресурсов Армянской ССР 29

К. Г. Ширинян. Возможные петрогеотермические ресурсы новейшего вулканического пояса Армянской ССР и некоторые проблемы их поисков и изучения. 36

М. П. Ходжоян. Основные типы месторождений термоминеральных вод Армянской ССР 47

Р. Б. Ядоян. Наложенные тектонические впадины как перспективные структуры для выявления термоминеральных вод 51

М. П. Ходжоян, Р. Г. Арутюнян, Л. М. Багдасарян. Геолого-экономическая оценка некоторых месторождений термоминеральных вод Армянской ССР 64

Э. С. Халатян. Состояние изученности и перспективы использования минеральных вод Армянской ССР 69

Научная хроника

Р. С. Малхазян. Методические и организационные проблемы использования геотермальной энергии в Армянской ССР (II-ое выездное заседание подсекции геотермальной энергетики ГКНТ СССР в г. Ереване) . . . 76

Юбилейные даты

Эдуард Абелович Хачатурян (к 60-летию со дня рождения) 81

Рефераты

Г. П. Хомизури. У истоков тектонической мысли. Фалес, Анаксимандр, Анаксимен 87

Г. П. Хомизури. У истоков тектонической мысли. Геродот 89

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, XXXIII, 3—10, 1980

УДК 550 361 (479.25)

А. Т. АСЛАНЯН, А. Л. АНАНЯН, Р. Т. МИРИДЖАНЯН

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ГЕОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НЕДР АРМЯНСКОЙ ССР

Приводятся сведения об истории геотермических исследований в Армении, рассматривается состояние изученности геотермических условий недр, намечаются пути дальнейшего развития геотермии.

Изучение геотермических условий каждого региона представляет научный и практический интерес. Оно позволяет выяснить условия протекания тех или иных геологических процессов, установить особенности геологического строения и охарактеризовать общее энергетическое состояние недр.

Несмотря на то, что человек еще в далеком прошлом непосредственно сталкивался с различными проявлениями внутриземного тепла, геотермическое поле продолжает оставаться наименее исследованным в сравнении с другими геофизическими полями. Основными причинами отставания являются ограниченность фонда выработок (преимущественно буровых скважин достаточной глубины) с восстановленным естественным тепловым режимом, пригодных для определения геотермических параметров, и сравнительная технологическая сложность измерений теплофизических свойств горных пород. Тем не менее в последнем десятилетии геотермические исследования ведутся ускоренными темпами в связи с проявлением повышенного интереса к внутреннему строению Земли, а также появлением перспектив вовлечения подземного тепла в общий баланс промышленных энергоресурсов.

До 1958 года на территории Армянской ССР систематические геотермические исследования не проводились. В фондовой литературе и публикациях этого периода приводятся лишь отрывочные данные о температурном режиме отдельных минеральных источников. В большинстве случаев наблюдения сводились к измерению температуры у устья скважины и, естественно, экстраполяция этих данных на глубину имела условный характер.

В 1958 году А. Л. Ананян и В. Л. Егоян подняли вопрос о постановке систематических геотермических исследований в Армении [6]. Для изучения глубинных термальных вод в пределах Центральной складчатой зоны в качестве первоочередных выдвигались несколько крупных прогибов (Восточно-Даралагезский, Чатминский, Ереванский, Лемминаканский) с широким развитием известняково-мергельных обра-

зований мелового возраста и комплекса отложений палеоген-неогена. Приводились также данные термокаротажа по Аванской и Октемберянской опорным скважинам.

В том же году в районе курорта Джермук Управление геологии Армянской ССР приступило к бурению ряда скважин с целью изучения местного теплового поля. Скважинные температурные измерения проводились Каротажной партией Геофизической экспедиции с соблюдением требований, предъявляемых к геотермическим наблюдениям. В дальнейшем подобные наблюдения по мере наличия пригодных для геотемпературных измерений скважин распространились на другие районы республики и положили начало региональным геотермическим исследованиям недр Армянской ССР.

Одновременно детальным изучением геотермических условий джермукских терм занимался А. Л. Ананян (Институт геологических наук АН Арм.ССР). Он указал на аномальное значение геотермической ступени и о ее пространственной изменчивости в зависимости от гидрогеологических факторов в районе курорта [7, 8]. Впоследствии он же впервые в Армении определил величину плотности теплового потока на Джермукском месторождении [9].

В эти же годы вопросам геотермии Армении уделял внимание Л. Н. Барабанов, который произвел расчет геотермической ступени на различных пунктах выходов термоминеральных вод, ориентировочно оценил тепловую мощность ряда источников [14—17].

В 1964 году А. Т. Асланян, А. А. Тер-Мартиросян, А. Л. Ананян, основываясь на общих геолого-гидрогеологических предпосылках, выдвигают несколько перспективных участков для проведения буровых работ с целью вскрытия на глубоких горизонтах термоминеральных вод и их оценки. Для осуществления разработанной программы в Управлении геологии, в составе экспедиции «Нефтеразведка» была организована партия по изучению глубинного тепла, перед которой стояла задача детального изучения геотермических условий Чатминского прогиба и района выходов анкаванских минеральных источников. Проведенные работы значительно расширили геологическое представление вышеуказанных участков, но по техническим причинам дальнейшее развитие не получили.

В 1965 г. Р. Т. Мириджанян произвел геотермическое районирование территории Армянской ССР по величине средних значений геотермических градиентов и указал на наметившуюся связь теплового поля с тектоническими зонами, выделенными А. Т. Асланяном. Было показано, что центральная диагональная полоса территории, в общих чертах совпадающая с Мисхано-Зангезурской геоантиклинальной зоной, отличается сравнительно большим тепловым напряжением, чем соседние области. Указывалось также на коррелируемость геотермического поля с другими геофизическими полями [20].

В 1968 году М. П. Ходжоян и С. Б. Паносян составили гидротермическую карту Армянской ССР в м-бе 1:500 000 с объяснительной за-

пиской. Ими были выделены две области с нормальным, по местами повышенным геотермическим режимом и с нормальным режимом. Первая область охватывает Центральный складчатый пояс Армении, вытянутый в северо-западном направлении; вторая — территорию Среднеараксинской межгорной впадины, а также северо-восточную часть Антикавказа. Основные сведения об особенностях гидротермы впоследствии были опубликованы М. П. Ходжоевым и Р. Б. Ядояном [28].

Новым этапом в изучении геотермии Армении явились исследования А. А. Аветисьяна (Лаборатория по исследованию глубинного тепла Земли Гроznенского нефтяного института). В отличие от прежних исследований скважинные измерения температуры сочетались с изучением теплофизических свойств пород, что позволило определить величину плотности теплового потока, более точно и полно характеризующую действительное тепловое состояние недр. А. А. Аветисьяном [1—5] были охарактеризованы теплофизические свойства мезокайнозойских отложений юго-западной части Армении и отдельных разновидностей пород по другим районам, проведено геотермическое районирование территории, рассмотрены особенности геотермических условий в связи с поиском термоминеральных вод.

В 1970 году Р. Г. Арутюняном опубликована работа о термических условиях Араратской впадины, в которой делалась попытка объяснить закономерности распределения геотермической ступени в ее пределах [10].

Необходимо отметить, что не все приводимые вышеуказанными авторами данные о температурных измерениях равноточны. Не всегда соблюдалось обязательное требование к установлению стационарного теплового режима в исследуемых скважинах. Отдельные авторы не четко разграничивают гидротермические особенности от геотермических.

С начала 70-х годов Управление геологии Армянской ССР приступило к планомерным геотермическим исследованиям территории республики. Существенно увеличилось количество пунктов геотермических наблюдений с кондиционными измерениями температуры и теплофизических свойств образцов, характеризующих данную среду.

Одновременно расширялись работы по изучению известных гидротермальных систем и поискам новых проявлений термоминеральных вод.

Проводились исследования геотемпературного поля «нейтрального слоя». Была уточнена величина гипсогеотермического градиента и широтного градиента для территории Армении [22]. Составлены карты приведенного к уровню моря геотемпературного поля «нейтрального слоя» и геоизотерм «нейтрального слоя». Установлено, что геоизотермы имеют сложный характер, обусловленный резко пересеченным, с большими амплитудами изменения рельефом. Температура «нейтрального слоя» изменяется от 1°С до 16°С. Ее среднее превышение над многолетней температурой воздуха составляет около 3°С.

Положение и температура «нейтрального слоя» определяют граничные условия на начальной поверхности геотермического поля, на-ние которых имеет важное значение для внесения различных поправок при расчете геотермических параметров. Помимо этого, имея величину «нормального» фона поверхностной температуры, легко выявить поверхностные тепловые аномалии, обычно создаваемые отдельными гидротермальными системами.

Естественным продолжением этих работ является приповерхностная тепловая съемка с бурением скважин глубиной до 10—12 м и с последующими многократными замерами температуры в них, проводимая Управлением геологии. Этими работами уже выявлено несколько аномалий, заслуживающих внимания. К интересным методическим выводам может привести совместный анализ результатов приповерхностной тепловой съемки и проведенной Всесоюзным НПО «Аэрогеология» совместно с Управлением геологии инфракрасной съемки.

Много было уделено внимания повышению точности и представительности геотермических параметров. Несмотря на совершенство техники и высокую точность измерения температуры, процессы, протекающие в скважине, вносят трудноучитываемые погрешности в определяемые параметры. В то же время единичные образцы не могут полностью охарактеризовать интервал, выбранный для определения величины теплового потока. Если учесть также влияние различных факторов (рельеф поверхности и фундамента, взаимное расположение геологических объектов с контрастной теплопроводностью, историю геологического развития, современные движения, тепломассопереное), перераспределяющих естественную температуру, то становится понятным, почему единичные определения потока являются малопредставительными. Лишь статистическое осреднение величин по многочисленным пунктам наблюдений может обеспечить необходимую достоверность.

В настоящее время количество пунктов геотермического наблюдения с известной величиной плотности теплового потока доведено до 34, что позволяет получить более объективную картину теплового состояния недр республики.

Пункты тепловых потоков расположены неравномерно. Наиболее представлены Среднеараксинская межгорная впадина, бассейн оз. Севан, Кафанское рудное поле. Всего одним пунктом наблюдения представлены Мегринский интрузивный массив, Ширакская межгорная впадина, Джавахетское нагорье. Значение потока в пределах последней области, вероятно, не характерно и имеет локальное «искажение». Отсутствуют данные по крупному полигенному вулканическому массиву Арагац.

Диапазон изменения тепловых потоков свидетельствует о большой энергетической контрастности недр Армении. Наибольшую активность имеет центральная диагональная полоса. В сторону Куринской

и Араксинской депрессий величина потоков уменьшается, приобретая значения, характерные для платформенных областей.

По новейшим данным, земная кора в пределах Армении имеет мозаичное, зонально-блоковое строение. Но на карте тепловых потоков пока отражается зональное строение коры с подчеркнутой общекавказской направленностью.

Уникальными являются температурные измерения, проведенные в тоннеле Арпа-Севан. Они подтвердили правомерность выделения центральной региональной аномальной зоны повышенных градиентов и интенсивной плотности теплового потока.

Расширение знаний о глубинном геологическом строении и геофизических полях стало основой для выдвижения некоторых научно-обоснованных предложений о природе центральной аномалии [12, 23]. Для последней характерны высокое положение кристаллического фундамента, мозаичная структура коры, многочисленные разрывные нарушения, обилие гранитоидных интрузий среднетретичного возраста, бурное проявление плиоцен-четвертичного вулканизма и широкое распространение гидротермальных систем. Район аномалии отличается относительными минимальными значениями ускорения силы тяжести и общим положительным фоном геомагнитного поля. А. Т. Асланян основными факторами, способствующими возникновению аномального поля, считает широкое развитие гранитоидных пород, отличающихся относительно высоким содержанием тепловыделяющих элементов и экзотермическими реакциями разложения полевых шпатов в зонах разрывных нарушений, насыщаемых инфильтрационными углекислыми водами [12]. Р. Т. Мириджанян предполагает изменение состояния подкорового вещества, которое предопределило также новейшую тектоническую перестройку, проявление глубинного магматизма, наземного вулканизма и формирование современного рельефа [23].

Используя данные геотермических исследований, известные сейсмогеологические разрезы и литературные сведения по теплопроводности и удельному значению радиогенного тепла отдельных слоев, произведена прогнозная оценка температуры глубинных горизонтов земной коры на территории Армении [27]. Согласно аналитическим расчетам в пределах центральной региональной геотермической аномалии геоизотерма 400°С расположена на глубине 10—16 км, а температура на поверхности «Мохо» оценивается в интервале 900—1200°С. Для сравнения укажем, что в Иджеванском прогибе изотерма 400°С находится на глубине 25 км, а поверхность «Мохо» имеет температуру около 500°С.

В последние годы наблюдается тенденция использования данных других геофизических методов, в частности сейсмического и электромагнитного, для получения информации о температурных условиях глубинных горизонтов. Для выяснения характера геотермического поля и особенностей изменения теплового состояния с глубиной ключевое значение имеют недавно обнаруженные внутрикоровые слои с по-

ниженными скоростями сейсмических волн и повышенной электропроводностью на глубинах 10—15 *км* (Н. В. Гаретовская, В. О. Яникян).

Несмотря на проведенные исследования, геотермия Армении еще находится в стадии накопления фактов. Дальнейшее развитие изучения геотермических условий недр должно быть связано:

—с продолжением общего геотермического картирования территории путем скважинных кондиционных измерений температуры и определений теплофизических параметров пород, которые являются основой для постановки как теоретических, так и прикладных задач геотермии;

—с переходом к более точной, полной и объективной интерпретации геотермических полей, с использованием всех имеющихся геологических и геофизических материалов и с учетом факторов, в той или иной мере искажающих величину теплового потока.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР.

Поступила 20.IV.1990

Ереванский Ордена Трудового Красного Знамени
государственный университет.

Управление геологии Армянской ССР

Ա. Տ. ԱՍԼԱՆՅԱՆ, Ա. Լ. ԱՆԱՆՅԱՆ, Ռ. Տ. ՄԻՐԻՋԱՆՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԸՆԴԵՐՔԻ ԳԵՈԹԵՐՄԱԼ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՎԻՃԱԿԸ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Հոդվածում տեղեկություններ են բերված գեոթերմալ ուսումնասիրությունների պատմությունից և համառոտակի բնութագրված են տարբեր հետազոտողների և կազմակերպությունների կատարած աշխատանքները։ Քննարկված են գեոթերմալ դաշտի առանձնահատկությունների և պատճառականության հարցերը։

Գեոթերմալ ուսումնասիրությունների ներկա վիճակը համարվում է փաստերի կուտակման շրջան։ Ուսումնասիրությունների հետագա զարգացումը կապվում է գեոթերմալ քարտեզագրման ընդլայնման և ստացված տվյալների համակողմանի մեկնաբանման հետ։

A. T. ASLANIAN, A. L. ANANIAN, R. T. MIRIDIANIAN

THE STUDIEDNESS STATE OF THE ARMENIAN SSR ENTRAILS GEOTHERMIC CONDITIONS

A b s t r a c t

The information on the geothermic investigations history in Armenia is brought in this report. The studiedness state of the entrails geot-

hermic conditions is discussed. A course is traced for the further development of geothermy.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аветисьянц А. А., Ананян А. Л., Наумов В. А.*—Тепловой поток по скважине Каджаран 480. Доклады АН Арм. ССР, т. XVI, № 3, 1968.
2. *Аветисьянц А. А.*—Тепловые константы горных пород и величина плотности теплового потока по скважине 11-р Приереванского района Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4, 1968.
3. *Аветисьянц А. А.*—Армения. В кн. «Глубинный тепловой поток Европейской части СССР», «Наукова думка», Киев, 1974.
4. *Аветисьянц А. А., Макаренко Ф. А., Сергиенко С. И.*—Тепловой поток в Закавказье. Докл. АН СССР, т. 222, № 3, 1975.
5. *Аветисьянц А. А.*—Геотермические условия недр Армении. «Наука», М., 1979.
6. *Ананян А. Л., Елоян В. Л.*—К вопросу о постановке геотермических исследований в Армении. Известия АН Арм. ССР, сер. геол.—геогр. наук, № 4, 1958.
7. *Ананян А. Л.*—Термические измерения в Джермуке. Докл. АН Арм. ССР, т. XXVIII, № 1, 1959.
8. *Ананян А. Л.*—Подземное тепло района Джермук и проблема освоения его природных горячих вод. «Советская геология», № 2, 1960.
9. *Ананян А. Л.*—Некоторые особенности теплового поля района курорта Джермук. В сб. «Геотермические исследования и использование тепла Земли», «Наука», 1966.
10. *Арутюнян Р. Г.*—Геотермические условия Среднеараксинского прогиба и юго-западного борта Фонтанского минимума. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4, 1970.
11. *Асланян А. Т., Ананян А. Л., Тер-Мартиросян А. А.*—Состояние и пути изучения термальных минеральных вод в Армянской ССР. В кн. «Региональная геотермия и распространение термальных вод в СССР», М., «Наука», 1967.
12. *Асланян А. Т.*—Некоторые вопросы изучения и использования подземного тепла в Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 5, 1979.
13. *Байдалян М. С.*—О возможной причинной связи геотермического и магнитного полей в области новейшего вулканизма Армянской ССР и некоторые вопросы их интерпретации. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 2, 1976.
14. *Барабанов Л. Н.*—О геотермических условиях Малого Кавказа. В сб. «Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии». Изд. АН СССР, 1958.
15. *Барабанов Л. Н.*—Термальные воды Малого Кавказа. Изд. АН СССР, М., 1961.
16. *Барабанов Л. Н.*—О распространении и геологической истории терм Малого Кавказа. В кн. «Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли». Изд. АН СССР, М., том 2, 1961.
17. *Барабанов Л. Н.*—Армянская ССР. В сб. «Термальные воды СССР и вопросы их теплоэнергетического использования». Изд. АН СССР, М., 1963.
18. *Долуханов И. Н.* Геотермические исследования в районе джермукских терм Армянской ССР. В кн.: «Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли». М., Изд. АН СССР, т. 2, 1961.
19. *Елоян В. Л.* Геологические предпосылки к постановке геотермических исследований в Армении. В кн. «Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли». Изд. АН СССР, М., т. 2, 1961.
20. *Мириджанян Р. Т.*—Геотермическое районирование территории Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 3—4, 1965.
21. *Мириджанян Р. Т.*—Некоторые данные о геотермических особенностях террито-

ции Армянской ССР. Геология Армянской ССР, т. X. Геофизика. Изд. АН Арм. ССР. 1972.

22. *Мириджанян Р. Т., Григорян Ф. Г.*—Изменение высотного градиента поверхностной температуры на территории Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле № 1. 1972.

23. *Мириджанян Р. Т.*—О природе аномально повышенного геотермического поля Центрального района Армянской ССР и вопрос его сейсмичности. Известия АН Арм. ССР. Науки о Земле. № 6. 1974.

24. *Мириджанян Р. Т.*—Перспективы практического использования геотермальной энергии в Армянской ССР. «Промышленность Армении», № 5. 1975.

25. *Мириджанян Р. Т.*—Подземное тепло. Геология СССР, т. XII. Армянская ССР. Полезные ископаемые. «Недра», М., 1975.

26. *Мириджанян Р. Т.*—Тепловой поток через базит-гипербазитовый комплекс пород в районе южного побережья оз. Севан. Известия АН Арм. ССР. Науки о Земле, № 6. 1976.

27. *Мириджанян Р. Т.*—Прогнозная оценка температуры глубинных слоев земной коры на территории Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 5. 1979.

28. *Ходжоян М. П., Ядоян Р. Б.*—Гидротермальные ресурсы Армянской ССР. В сб. «Изучение и использование глубинного тепла Земли». «Наука», М., 1973.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, XXXIII, 11—19, 1980

УДК 550.361(479.25)

А. Т. АСЛАНЯН, К. Г. ШИРИНЯН, А. Л. АНАНЯН, Р. С. МАЛХАЗЯН

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНОГО ТЕПЛА В АРМЯНСКОЙ ССР

По потенциальным запасам глубинного тепла территория Армянской ССР признается одной из наиболее перспективных районов Союза для создания геотермальной теплоэнергетики.

В статье выдвинуты методические и организационные аспекты осуществления долгосрочной программы работ по вовлечению геотермальной энергии в топливно-энергетический баланс республики на базе строительства гидрогеотехнологических циркуляционных систем извлечения энергии глубинного тепла, аккумулированного в «сухих» горных породах магматических очагов вулканического нагорья Армении.

Глубинное тепло Земли—практически неисчерпаемый источник энергии. Поисками путей его широкого промышленного использования занимаются во многих странах мира. Согласно американской национальной программе намечается довести мощность ГеоТЭС США к 2000 г. до 395 *млн квт*.

Большие работы по промышленному использованию глубинного тепла ведутся в Советском Союзе. Задачи исследований в этом направлении определены в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 29 декабря 1973 г., № 946 «О мерах по повышению эффективности использования топливо-энергетических ресурсов в народном хозяйстве».

Освоение тепла недр Земли имеет важное значение в условиях Армянской ССР. Это, в первую очередь, объясняется отсутствием собственной топливо-энергетической базы и крайней ограниченностью гидроэнергетических ресурсов. Вместе с тем Армянская ССР по потенциальным запасам подземного тепла считается одной из наиболее перспективных районов Союза. Это обстоятельство, естественно, выдвигает целое научно-техническое направление в проблеме создания в республике собственной энергетической базы [6, 7]. Проявления магматической деятельности в новейшее время, по-видимому, определяют значительную проницаемость недр территории Армении. Прямым следствием этого являются многочисленные выходы и проявления термальных вод с температурой от 35 до 83°С. Неглубокие разведочные скважины, пройденные с целью изучения гидрогеологических условий районов выходов термальных вод, показали повышение температуры минеральных вод с глубиной.

К настоящему времени изучен ряд термальных минеральных систем, имеющих температуру на изливе: Джермук—64°С, Анкаван—40°С, Арзакан—54°С, Каджаран—32°С, Бжни—37°С. Однако детальных гидротермических исследований, связанных с более глубокими горизонтами земной коры, в этих районах не проводилось. Следует также отметить, что при проведении поисковых работ на нефть и газ в прираксинском районе были получены потоки горячих, значительно минерализованных (до 40 *г/л*) терм: Азатаван—42°С с глубины 2600 *м* и Каракала—83°С с глубины 3100 *м*.

Поскольку в общем балансе подземных вод республики (около 140 $м^3/сек$) суммарный дебит всех минеральных и термальных вод составляет всего 0,8%, а отдельные их месторождения небольшие—как правило, с дебитом до 10—12 *л/сек*, утилизация тепла их может производиться только попутно с использованием их по основному назначению—в курортном деле и розливе минеральных вод. Предварительными работами доказана возможность попутного извлечения из термальных углекислых вод редких щелочных металлов и бора [10].

В районах вулканической активности геотермальные воды уже довольно давно используются как для хозяйственных нужд, так и для выработки электроэнергии. Однако, по мнению специалистов, такие воды можно найти и использовать практически повсеместно, учитывая их подогрев за счет геотермического градиента.

Недавно в прессе появилось сообщение о том, что в Великобритании бурится 3 *км* скважина для проверки возможности использования геотермальных вод для отоплений зданий. В районе Саутгемптона, где бурится скважина, градиент изменения температуры составляет 25—30° *С/км*. На уже достигнутых глубинах обнаружена соленая вода с температурой 50—80°С, которая пропускается через теплообменники, нагревает пресную воду и спускается обратно в скважину.

Французский опыт показывает, что этот метод оправдывает себя при условии, когда скважина для извлечения воды и скважина для нагнетания прошедшей через теплообменники воды находятся друг от друга на расстоянии не менее 1 *км* и что такие системы могут дать тепло в течение 50 лет. Планируется к 1990 г. число квартир, обогреваемых геотермальными водами, довести во Франции до полумиллиона.

Более перспективным представляется возможность использования тепла «сухих» горных пород, которые вследствие повышенного теплового фона в ряде районов республики уже с глубины 2000—2500 *м* должны быть нагреты до 100°С и более.

Использование тепла горячих горных пород глубоких горизонтов земной коры до последних лет считалось не осуществимой задачей из-за отсутствия приемлемых способов образования в горячем плотном массиве пород необходимой теплообменной поверхности. Однако опыт осуществления в сентябре 1977 г. проекта, разработанного Лос-Аламосской научной лабораторией США, искусственной циркуляционной системы извлечения тепловой энергии горячих пород, впервые доказал

не только техническую возможность создания искусственной циркуляционной системы, но и большую его экономическую эффективность для получения энергии как в районах с повышенным геотермическим градиентом (40°*C/км* и выше), так и для теплоснабжения различных объектов при обычных геотермических условиях (20—30°*C/км*).

Опытная циркуляционная система включает две скважины, забои которых сближены методом направленного бурения в почти непроницаемой (10^{-7} *дарси*) толще гранодиоритов с температурой 185°C. По предварительным оценкам, извлекаемые петрогеотермальные ресурсы во много раз превышают суммарные запасы топлива и пароводотерм США.

Важным результатом работ, выполненных ЛАНЛ, совместно с промышленными компаниями, является создание оборудования и измерительной техники для высокотемпературных условий, освоения технологии направленного бурения и «перебурения» скважин, их обсадки и цементации в горячем массиве, а также разработка методики точного определения траектории скважин и картирования трещин.

Расчетные показатели первой искусственной циркуляционной системы США следующие: геотермический градиент—40°*C/км*, глубина скважин—4000 *м*, число скважин—2, число трещин—12, радиус трещин—300 *м*, расстояние между трещинами—50 *м*, расход воды 75 *л/с*, температуры теплоносителя—160°C, тепловая мощность—320 *Гкал/час*, затрата на 1 *кВт*—3 цента, время окупаемости 5 лет. Затраты на бурение двух скважин 5,9 *млн* долларов.

На основании проведенных геотермических исследований в пределах республики выделены три геотермических района (рис. 1): Центральный (рост температуры с глубиной 5°C/100 *м*, тепловой поток 2.0 *мк кал/см² сек* и выше), Северо-восточный ($\Gamma = 1{,}5—4{,}3$°C на 100 *м* и $Q = 0{,}9$ *мк кал/см² сек*), Юго-западный ($\Gamma = 1{,}5—3{,}3$°C/100 *м* и $Q = 0{,}77—1{,}77$ *мк кал/см² сек*).

Проблемной научно-исследовательской лабораторией горной теплофизики Ленинградского горного института по предложению Госплана Армянской ССР, под руководством доктора технических наук, проф. Дядькина Ю. Д. в трудовом содружестве с сотрудниками Армянского геологического управления и Армянского научно-исследовательского института энергетики разработано экономическое обоснование целесообразности вовлечения в топливо-энергетический баланс петрогеотермальных ресурсов территории Армянской ССР. Лабораторией подсчитаны перспективные петрогеотермические ресурсы в размере $2{,}2 \cdot 10^{11}$ *к.кал*, что соответствует теплотворной способности 315 *млрд.т* условного топлива (в 1965—1975 гг. Армения потребляла ежегодно 5 *млн.т* условного топлива).

Судя по оценке петрогеотермических ресурсов, создание искусственных циркуляционных геотермических систем в Армянской ССР представляется перспективным.

Анализ существующей геолого-геофизической информации позволяет рекомендовать следующие наиболее благоприятные области, пригодные для создания искусственных циркуляционных систем.

1. Северо-западный склон массива вулкана Арагац (район массовых центральных и трещинных излияний верхнечетвертичных дацитовых лав). Площадь экструзивных и эффузивных центров активности занимает около 70 *кв. км*, что указывает на большой объем периферического вулканического очага и его близповерхностное залегание (по-

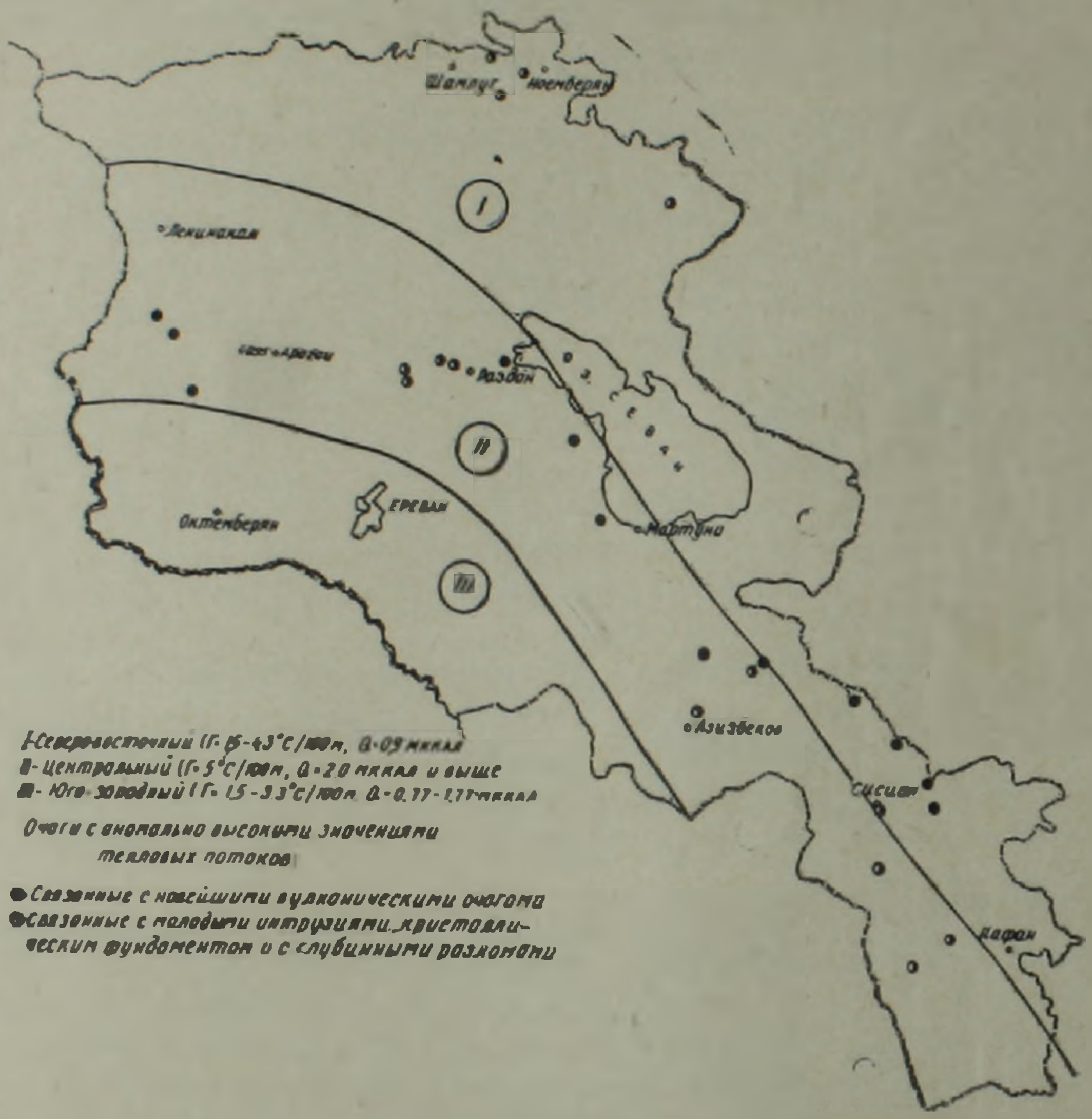


Рис. 1. Схематическая карта геотермического районирования Армянской ССР.

рядка 3—4 *км* и меньше). Вулканический очаг находится в пределах Транскавказского поперечного поднятия, где тепловой поток в два и более раза [9] превышает нормальный фон. Вблизи от предлагаемого района расположены районные центры Маралик, Талин, а также г. Ленинакан, что создает хорошие возможности развития тепличного и парникового хозяйства.

Достаточно горячие очаги, в области массива г. Арагац, пригодные для практического использования, могут быть связаны и с другими вулканическими центрами (Иринд, Мараник и др.), а также с очагом полигенного вулкана Арагац, продолжительность активности которого составляет более 2 *млн. лет*.

2. Северная половина Гегамского вулканического нагорья, находящаяся в зоне градиента 5°С на 100 *м* характеризуется продолжительным (от верхнего плиоцена до неолита) ареальным вулканизмом с неглубоким залеганием (порядка 2,5—3 *км*) верхней поверхности вулканического очага [5].

Для постановки работ наиболее перспективными пунктами, согласно данным К. Н. Карапетяна, являются: Ератумберская группа вулканов, вулканы СЗ части оконечности водораздела нагорья и ущелье р. Грыдзор Ератумберская группа вулканов состоит из 19 моногенных вулканов, расположенных компактно на участке (12х6 *км*), вытянутом в СЗ направлении. Вулканы СЗ оконечности водораздела нагорья представлены из 10 голоценовых центров, связанных с единым очагом, но расположенных линейно и кучно на площади до 5 км в поперечнике.

3. Южная половина Варденисского нагорья (междуречья Арпа-Ехегис) находится в зоне с градиентом 4—5°С/100 *м*. Особый интерес представляют окрестности кур. Джермук и с. Кармрашен, расположенных вблизи вулканических аппаратов, действовавших в недавнем геологическом прошлом. Глубина залегания очага того же порядка, что и на Гегамском нагорье [5].

4. Сисианское вулканическое нагорье. Находится в зоне градиента 5°С/100 *м*. Является областью сочетания продолжительного полигенного центрального (Ишханасар, Цхук) и ареального моногенного вулканизма. Особенности строения некоторых вулканических центров и морфологии потоков дают основание полагать, что вулканическая активность здесь продолжалась в историческое время.

5. Для поисков очагов с аномально высокими значениями теплового потока, связанных с гранитоидами, кристаллическим фундаментом и с глубинными разломами, большой интерес представляют, в первую очередь, районы Бжни—Арзакан, Раздан—Меградзор, Джермук—Зирак, Сисиан—Дастакерт, Каджаран—Гехи, Мегри—Агарак, Чочкан-Шнох—Кохб, Берд.

Если будут подтверждены к настоящему времени предварительные оценки о том, что одна геотермическая станция, состоящая из двух сообщающихся скважин глубиной до 3000 *м*, может обеспечить потребности коммунального теплоснабжения населенного пункта в 30000 человек, а создание таких станций будет экономически достаточно выгодным, то на перспективу может возникнуть вопрос о строительстве в Армении нескольких десятков таких станций, стоимостью каждая 10—15 *млн рублей*, со сроком службы 15—20 лет (оценки Э. Богуславского и Ю. Парийского, 1979 г.).

Суммируя вышеизложенное, можно указать, что промышленное освоение энергетического потенциала петрогеотермальных запасов республики является крупной научно-технической проблемой, имеющей большое народнохозяйственное значение.

Необходимость организации в Армении долгосрочных исследований по проблемам промышленного использования глубинного тепла соответственно отражена в постановлении ЦК КП Армении и Совета Министров Армянской ССР от 10.IV.1974 г., № 183, п. п. 16 и 17 и решений № 6/ от 20 ноября 1974 г., п. 5, в решениях выездных заседаний подсекции по геотермальной энергетике Государственного комитета СМ СССР по науке и технике от 19.V.76 г. и 12 мая 1979 г. (г. Ереван), в решениях научно-технического совещания «Перспективы строительства ГеоТЭС в Европейской части СССР» (октябрь 1976 г., г. Киев), Всесоюзной конференции «Народно-хозяйственные и методические проблемы геотермии» (июнь 1978 г., г. Махачкала), Научного совета по проблеме «Энергетика и электрификация».

Несмотря на все это, по сей день не разработан генеральный план использования тепла Земли в народном хозяйстве Армянской ССР, не определены перспективы развития этой области. В республике нет межведомственного органа, способного организовать и координировать работы по изучению и освоению подземного тепла. К этой важной проблеме бытует поверхностное отношение, что в конечном итоге сдерживает создание на базе глубинного тепла собственного энергетического потенциала.

Учитывая многоотраслевое значение геотермической энергетики и сложность организации его комплексного освоения, следует считать необходимым разработку долгосрочной комплексной программы (до 2000 г.) научно-исследовательских, проектно-конструкторских, опытных и промышленных работ по использованию энергии глубинного тепла в топливно-энергетическом комплексе Армянской ССР, четко выделив в ней три основных аспекта: геолого-геофизические вопросы извлечения тепла энергии недр, энергетические проблемы рационального использования геотермальных теплоносителей.

В программе геолого-геофизических задач следует предусмотреть следующие работы:

I. Изучение теплофизических свойств важнейших литологических комплексов и их оконтуривание с составлением карты М 1:200000 (выделение гранитоидов, мафитов-ультрамафитов, зеленокаменных вулканитов; молодых базальтовых, андезитовых, липаритовых и дацитовых лав и экструзий, туфов, известняков, доломитов, мергелей, туфобрекчий, флиш и др.).

II. Выделение важнейших тектонических линеаментов и деформационных зон, изучение распределения тепловых аномалий в этих зонах.

III. Производство радарной, инфракрасной и сверхвысокочастот-

ной съемок с целью выделения региональных полей тепловых аномалий.

IV. Составление карты тепловых аномалий по всей территории республики в М 1:200000 в целом и М 1:5000 для наиболее перспективных площадей.

V. Детальный анализ и обобщение результатов тепловых измерений в скважинах, пробуренных в прошлом, в частности, в связи с поисками нефти и газа и проводкой региональных профилей, бурение по заранее обоснованной сети новых скважин для специальных геотермических исследований.

VI. Выделение на карте новейших вулканических образований районов относительно благоприятных для поисков полужидких магматических масс на небольшой глубине; составление такой же схематической карты для поисков полужидких магматических камер, которые могли быть связаны с очагами третичных гранитоидов.

VII. Создание в области массива горы Арагац полигона для производства сейсморазведочных и геотермических исследований, имеющих целью прогнозирование горячих и полурасплавленных магматических масс на глубине.

VIII. Тематические исследования проблемы происхождения, нагрева и подъема углекислого газа; составление специализированной карты концентрированных выходов углекислого газа в их связи с разломами, интрузиями, вулканами, минеральными источниками и рудопроявлениями; анализ и обобщение результатов изучения выходов углекислого газа, встреченных при проходке крупных тоннелей и гидротехнических сооружений.

IX. Производство опытно-методических работ по созданию гидравлического разрыва в нескольких характерных типах пород—гранитоидах, андезитовых порфиритах, андезито-базальтовых лавах, метаморфических сланцах, вулканогенно-осадочных отложениях и карбонатных породах.

X. Строительство одной опытной геотермальной электростанции (системы, состоящей из двух сообщающихся скважин большого диаметра, глубиной 2000—3000 *м*) для обработки как технологических вопросов строительства станции, так и выяснения вопросов экономики и практического использования энергии таких станций; такую станцию целесообразно строить, по-видимому, в районе Арзакан—Бжни—Раздан—Анкаван, где имеются многочисленные выходы термальных вод, разрывные нарушения и проявления новейшего магматизма.

Геотехнические проблемы по созданию опытно-промышленных полигонов по искусственному извлечению тепловой энергии «сухих» горных пород, разрушенных гидравлическим разрывом или обладающих высокой естественной проницаемостью, должны быть выполнены при участии ЛГИ им. Г. В. Плеханова и ИТТФ АН Укр. ССР, ВСЕГИНГЕО, ЭНИН им. Г. М. Кржижановского и Межведомственного координационного совета АН Армянской ССР.

Исходя из вышеизложенных данных, перед директивными органами республики следует поставить следующие организационные задачи:

1. Создать межведомственный координационный орган при Госплане Совета Министров для осуществления организационного и методического руководства.

2. Определить перечень организаций, которые будут участвовать в выполнении намеченной программы и решить вопрос источников финансирования.

3. Подготовить генеральный план развития научно-исследовательских и технологических работ по республике в целом на 1980—2000 гг.

Институт геологических наук АН Армянской ССР,
Ереванский Государственный университет,
Армянский научно-исследовательский институт
энергетики Министерства энергетики
и электрификации СССР

Поступила 20.11.1980.

Ա. Տ. ԱՍԼԱՆՅԱՆ, Կ. Գ. ՇԻՐԻՆՅԱՆ, Ա. Լ. ԱՆԱՆՅԱՆ, Ռ. Ս. ՄԱԼԽԱԶՅԱՆ

ՍՏՈՐԳԵՏՆՅԱ ՋԵՐՄՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՄԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԸ ԵՎ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ-ՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Խորքային ջերմության պոտենցիալ պաշարներով Հայկական ՍՍՀ համարվում է Սովետական Միության գևորերմալ ջերմաէներգետիկայի ստեղծման առավել հեռանկարային շրջաններից մեկը։

Հոդվածում առաջադրված են Հայկական հրաբխային բարձրավանդակի մագմատիկ օջախների լեռնային «շոր» ապարներում կուտակված խորքային ջերմության էներգիան հիդրոգեոտեխնոլոգիական շրջապտույտային համակարգերի կառուցման հիման վրա երկրի մակերես հանելու և հանրապետության ջերմաէներգետիկ հաշվեկշռում ներգրավելու նպատակով երկարաժամկետ հետազոտությունների իրագործման մեթոդական և կազմակերպչական ասպեկտները։

Հայկական հրաբխային բարձրավանդակի սահմաններում անբնականոն բարձր մեծություններով դրսևորվող ջերմային հոսքի չափերը հանդիսանում են հանրապետության տարածքի պետրոգեոթերմալ պայմանների մեծ հեռանկարայնության և արդյունավետության նախադրյալները։

A. T. ASLANIAN, C. G. SHIRINIAN, A. L. ANANIAN, R. S. MALKHAZIAN

THE INVESTIGATION PROBLEMS AND UTILIZATION POSSIBILITIES OF THE SUBTERRANEAN HEAT IN THE ARMENIAN SSR

Abstract

By its hypogene heat potential reserves the Armenian SSR territory is recognized as one of the most perspective regions of the Soviet Union for creating the geothermal heat-power engineering.

The methodical and organizational aspects of realizing a long-term program of involving the geothermal energy in our republic fuel-energetic balance are put forward on the basis of hydrogeotechnological circulatory systems construction for extracting the hypogene heat accumulated in the „dry" rocks of Armenian volcanic highland magmatic chambers.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аветисянц А. А., Макаренко Ф. А., Сергеенко С. И.* Тепловой поток в Закавказье. ДАН СССР, т. 22, № 3, 1975.
2. *Ананян А. Л., Асланян А. Т., Мартиросян А. А.* Состояние и пути изучения термальных вод на территории Армянской ССР. Тр. II Всесоюзного совещания по геотермическим исследованиям в СССР, 1967
3. *Ананян А. Л.* Тепловой поток по скважине Каджаран 480. ДАН Арм. ССР, т. 16. № 3, 1968.
4. *Асланян А. Т.* Некоторые вопросы изучения и использования подземного тепла в Армянской ССР. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, №5, 1979.
5. *Карапетян К. И.* Вулканы Гегамского нагорья. В кн: «Новейший вулканизм некоторых районов Армянской ССР», Изд. АН Арм.ССР, 1973.
6. *Малхазян Р. С.* Предпосылки создания геотермальной энергетики в Армянской ССР. Тезисы докладов Всесоюзной конференции «Экономические и методические проблемы геотермии», 1978.
7. *Малхазян Р. С.* Тепло Земли и его промышленное использование. В журнале «Гитутюн ев техника» («Наука и техника» на арм. языке), № 12, 1976.
8. *Мириджанян Р Г.* О природе аномального повышенного геотермического поля Центрального района Армянской ССР и вопросы его сейсмичности. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. 27, № 6, 1974.
9. *Смирнов Я. Б.* Связь теплового потока со строением и развитием земной коры и верхней мантии. «Геотектоника», № 6, 1968.
10. *Халатян Э. С., Арутюнян М. Н.* О возможности сорбционного извлечения редких щелочных металлов из термальных вод. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 1, 1978.
11. *Хитаров Н. И.* Проблемы изучения термальных полей Большого и Малого Кавказа. Сб. «Проблемы геотермии и практическое использование тепла Земли», т. 11, М., 1961.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, XXXIII, № 3, 20—28, 1980

УДК 550.362

Ю. М. ПАРИЙСКИЙ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И МИРОВОЙ ОПЫТ ОСВОЕНИЯ ПЕТРОГЕОТЕРМАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Анализ состояния научно-технической разработки проблемы освоения петрогеотермальных ресурсов показывает наличие благоприятных предпосылок для ее практического решения. Приведенные зависимости позволяют определить показатели термодинамической и экономической эффективности извлечения и использования тепла горных пород, а также продолжительность эффективной эксплуатации петротермальных систем.

Использование геотермальной энергии для практических целей известно с древнейших времен. Однако в современной энергетике она занимает весьма скромное место—суммарная мощность геотермальных электростанций во всем мире составляет всего немногим более 1 *млн. кВт*. Одной из причин такого положения является использование лишь наиболее доступных, но весьма ограниченных по распространению источников геотермальной энергии—природного пара, паро-водяных смесей и термальных вод.

Опыт эксплуатации паро- и гидротермальных систем, а также научные исследования в области геотермальной технологии, широко развернувшиеся в последние годы в связи с поисками альтернативных источников энергии, показывают, что перспективы использования геотермальной энергии существенно расширяются с вовлечением в эксплуатацию не только природных теплоносителей, но и запасов тепла вмещающих их горных пород. Помимо значительного увеличения энергетического потенциала эксплуатируемых геотермальных систем, это открывает путь к освоению энергетических ресурсов таких районов, в которых термальные воды вообще отсутствуют или их эксплуатация нецелесообразна. К таким районам относятся, в частности, значительная часть территории Армянской ССР и, особенно, центральная зона нагорья, где имеются интенсивные проявления четвертичного вулканизма, свидетельствующие о напряженном геотермальном режиме недр, но не обнаружены промышленные запасы термальных вод. Конечно, освоение энергетического потенциала твердой фазы горных пород (петрогеотермальных ресурсов) требует применения специальной технологии извлечения глубинного тепла Земли. Главной отличительной особенностью этой технологии является осуществление неизотермического процесса взаимодействия твердой фазы горных пород в пределах некоторого участка недр с окружающей средой на земной поверхности. В

качестве инструмента внешнего воздействия, осуществляющего перераспределение и перенос энергии, при этом используются рабочие агенты в виде техногенного теплоносителя (вода поверхностных водоемов или верхних водоносных горизонтов) или отработанного пластового флюида, имеющие более низкую температуру, чем начальная температура пород на рабочем горизонте эксплуатируемой геотермальной системы. В результате теплообмена с горными породами температура рабочего агента при его фильтрации в порах или трещинах пород повышается, а температура последних в пределах некоторого участка недр понижается, что может служить показателем для определения границ эксплуатируемой геотермальной системы. Понижение температуры пород, строго говоря, обратимо, поскольку под действием естественного теплового потока температура пород со временем вернется к своему первоначальному уровню. Однако, как показывают расчеты, время восстановления естественного геотермического режима недр составляет несколько десятков и даже сотен тысяч лет, поэтому петротермальные ресурсы следует рассматривать как практически невозобновляемые.

В технологическом смысле геотермальный теплоэнергетический комплекс включает в себя три основных узла: 1) систему извлечения геотермальной энергии, то есть совокупность природных и технических средств, обеспечивающих извлечение и перенос энергии из недр на земную поверхность; 2) систему доставки рабочего агента и транспортирования извлекаемого теплоносителя к потребителю; 3) энергопотребляющий комплекс. Структура этих узлов зависит от конкретных физико-геологических, технологических и экономических условий эксплуатации той или иной геотермальной системы. Так, в зависимости от гидрогеологических особенностей района освоение его петротермальных ресурсов возможно в двух основных направлениях:

а) на основе эксплуатации систем с естественными коллекторами в виде пористых пластов или трещинных зон;

б) на основе эксплуатации систем с искусственно созданными коллекторами в первоначально слабопроницаемом или непроницаемом породном массиве.

При этом основными критериями, определяющими возможность эксплуатации геотермальных ресурсов в данном районе, становятся не количественные и качественные характеристики пластовых флюидов в недрах, а показатели термодинамической и экономической эффективности той или иной технологии извлечения глубинного тепла. Показателем термодинамической эффективности геотермального комплекса может служить отношение

$$\psi = \frac{E_{пол}}{E_{п}}, \qquad (1)$$

где $E_{пол}$ — полезная превратимая энергия (эксергия), полученная в энергопотребляющем комплексе (производимая эксергия);

$E_п$—затраты эксергии в процессах эксплуатации геотермального комплекса (потребляемая эксергия).

Соотношение (1) определяет способность геотермальной системы служить источником энергии и может быть использовано для характеристики ее энергетических ресурсов. Экономическая эффективность геотермальных ресурсов характеризуется отношением

$$\tau = \frac{C_э}{C_{гт}}, \qquad (2)$$

где $C_{гт}$ — удельные приведенные затраты на единицу полученной в энергопотребляющем комплексе эксергии в случае эксплуатации геотермальной системы;

$C_э$—то же при использовании иного источника энергии, принятого за базовый для условий данного района.

Соотношение (2) определяет экономическую целесообразность эксплуатации геотермальной системы и может быть использовано для подсчета промышленных запасов энергии. Вместе с тем, оно может служить основой оптимизации технологических и конструктивных параметров геотермального комплекса в целом и отдельных его элементов. Безусловно, реализация этого нового подхода к освоению геотермальных ресурсов требует серьезных научных разработок и создания надежной технической базы. Анализируя результаты научных исследований, проведенных в этом направлении в СССР и за рубежом, и учитывая достижения нефте- и газодобывающей промышленности, технологически наиболее близкой к извлечению геотермальной энергии, можно утверждать, что необходимые научно-технические предпосылки для перехода к новой технологии извлечения глубинного тепла, в основном, уже созданы. В первую очередь это относится к разработке достаточно надежных методов расчета процессов тепломассопереноса в петротермальных системах как с естественными, так и с искусственными коллекторами. Для наиболее простых случаев тепломассопереноса в пористых пластах в условиях одномерной вынужденной фильтрации теплоносителя теоретически и экспериментально доказана [1, 3, 5] применимость решения Ловерье [6], которое для безразмерной температуры воды на выходе из коллектора имеет вид:

$$\vartheta = \operatorname{erfc} \frac{\bar{x}}{2\sqrt{\tau^* - \bar{x}}} \cdot \gamma_1 (\tau^* - \bar{x}), \qquad (3)$$

где

$$\vartheta = \frac{T_0 - t}{T_0 - t_{\min}}; \quad \bar{x} = \frac{\bar{\lambda}^2 x^2}{4\bar{a}\,\Omega_р}$$

для радиальной фильтрации;

$$\bar{x} = \frac{\bar{\lambda}^2 x}{4\bar{a}\,\Omega_л}$$

для плоско-параллельной фильтрации;

$$\tau^* = \frac{4\lambda_0^2 a_0 \tau}{mb^2}; \quad \bar{x} = \frac{2L}{b}; \quad \Omega_0 = \frac{W\rho_2 C_2}{4\pi b\lambda_0};$$

$$\Omega_n = \frac{W\rho_2 C_2}{8\lambda_0 B}; \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda_1}{\lambda_0}; \quad \bar{a} = \frac{a_1}{a_0}.$$

Здесь T_0 — начальная температура пласта;

t — температура воды на выходе из коллектора;

t_{min} — минимальная температура воды на входе в коллектор;

L — расстояние между контурами питания и отбора;

b — мощность пласта;

τ — действительное время от начала нагнетания;

W — объемный расход жидкости;

B — ширина линейного потока (длина нагнетательной галереи);

$\rho_2 C_2$ — объемная теплоемкость воды;

λ_1, a_1 — теплопроводность и температуропроводность вмещающих пород;

$\lambda_0 a_0$ — теплопроводность и температуропроводность пласта;

$\eta(\tau^* - \bar{x})$ — единичная функция Хевисайда.

$$\eta(\tau^* - \bar{x}) = \begin{cases} 1, & \tau^* > \bar{x} \\ 0, & \tau^* < \bar{x} \end{cases}, \tag{4}$$

Зависимость (3) позволяет определить продолжительность периода эксплуатации петротермальной системы, в течение которого температура извлекаемого теплоносителя будет соответствовать кондиционным требованиям потребителя, находясь в пределах $0 \leqslant \theta \leqslant 0.2$. Как видно из выражения (4)

$$\theta = 0 \quad \text{при} \quad \tau^* < \bar{x}, \tag{5}$$

Значению $\theta = 0{,}2$ соответствует значение аргумента в функции (3), равное 0,91. С учетом этого, решая (3) относительно τ^*, получим

$$\tau^* = \bar{x} + 0{,}3\bar{x}^2, \tag{6}$$

Следовательно,

$$0 \leqslant \theta \leqslant 0{,}2 \quad \text{при} \quad \bar{x} \leqslant \tau^* \leqslant \bar{x}(1 + 0{,}3\bar{x}). \tag{7}$$

В качестве иллюстрации в таблице 1 приведены результаты расчетов по формуле (7) продолжительности эксплуатации петротермальной системы при плоско-параллельной фильтрации для различных значений мощности пласта и расходов теплоносителя. Исходные данные для расчетов приняты следующими: $L = 1000$ *м*; $B = 1000$ *м*; $\lambda_1 = 1{,}49$ *Вт/м·К*; $\rho_1 C_1 = 2{,}85\ 10^6$ *дж/м³·К*; $\rho_2 C_2 = 4{,}19\ 10^6$ *дж/м³·К*; $\lambda_0 = 1{,}45$ *Вт/м·К*; $C_0 = 2{,}7\ 10^6$ *дж/м³·К*.

Из таблицы 1 видно, что при соответствующем выборе расхода теплоносителя для той или иной мощности коллектора можно получить продолжительность эксплуатации системы более 10 лет, необходимую для обеспечения экономической эффективности капитальных вложений.

Реальные условия эксплуатации петротермальных систем с пористыми коллекторами могут усложняться фильтрационной неоднородностью коллекторов, неодномерностью фильтрационных потоков, неизометричностью фильтрации, взаимодействием вынужденной и свободной конвекции рабочего агента. Для подобных условий на основе конечно—разностных методов разработаны математические модели процессов тепломассопереноса, реализуемые на ЭЦВМ [2]. Они позволяют получить критериальные зависимости, необходимые для инженерных расчетов петротермальных систем с учетом действия усложняющих процессы тепломассопереноса факторов.

Таблица 1

Продолжительность эксплуатации петротермальной системы площадью 1 *кв.км* (годы) с коллектором в виде пористого пласта

Мощность пласта, *м*	Значения η	Расход теплоносителя, $м^3/час$			
		100	200	300	400
20	0	14,7	7,4	4,9	3,6
	0,2	26,5	10,4	6,2	4,3
100	0	73,6	36,8	24,4	18,4
	0,2	84,6	39,7	25,7	19,1
200	0	147,0	73,6	49,0	36,8
	0,2	158,7	76,5	50,3	37,5

Большой научный и практический интерес представляет решение задач тепломассопереноса в петротермальных системах с искусственно созданными коллекторами, что открывает путь к освоению геотермальных ресурсов практически непроницаемых пород.

Одним из наиболее эффективных способов создания искусственных коллекторов представляется применение методов гидроразрыва породного массива, то есть разрушение его сплошности путем закачки в горные породы жидкости под высоким давлением с образованием щелеподобных полостей (трещин), имеющих достаточно большую протяженность.

В условиях эксплуатации петротермальных систем на глубинах в 3—5 тыс. метров наиболее вероятна вертикальная ориентация трещин гидроразрыва под влиянием неоднородного напряженного состояния пород. При создании в трещине движения жидкости между забоями вскрывающих ее скважин будет происходить нагревание рабочего агента вследствие теплообмена со стенками образованной в породном массиве полости. В упрощенном виде физическую модель процесса тепломассопереноса в подобного рода системе, показывающую принципиаль-

ную возможность ее эффективного использования для извлечения геотермальной энергии из непроницаемого массива горных пород, можно представить плоской вертикальной трещиной высотой L, шириной B и раскрытием b, в которой имеет место восходящий плоско-параллельный поток жидкости, имеющей у нижнего основания трещины входную температуру t_0. Начальная температура пород, вмещающих трещину, равна $T_0 > t_0$. Эта модель полностью соответствует схеме Ловерье, и для определения безразмерной температуры жидкости на выходе из трещины можно воспользоваться решением (3). Путем подстановки в него значений безразмерных комплексов $\bar{x}$ и τ^* и некоторых преобразований приведем его к виду:

$$\theta = \operatorname{etfc}\left(\frac{1}{\sqrt{\bar{\tau}}}\right), \tag{8}$$

где

$$\bar{\tau} = \left(\frac{W_{\rho_2 c_2}}{BL}\right)^2 \frac{\tau - \frac{BLb}{W}\frac{C_0}{\rho_2 c_2}}{\lambda_1 \rho_1 c_1}.$$

Ввиду малой раскрытости трещины ($d \approx 1-10$ *мм*) можно написать

$$\bar{\tau} = \left(\frac{W_{\rho_2 c_2}}{BL}\right)^2 \frac{\tau}{\lambda_1 \rho_1 c_1}. \tag{9}$$

Анализируя зависимость (8) от величины аргумента, заметим, что значениям $0{,}01 < \theta < 0{,}2$ соответствуют значения $\bar{\tau}$, находящиеся в пределах

$$0{,}3 < \bar{\tau} < 1{,}20. \tag{10}$$

Таблица 2

Продолжительность эксплуатации петротермальной системы с искусственным коллектором в виде одиночной трещины (годы)

Размеры трещины BL, $м^2$	Значения θ	Расход теплоносителя, $м^3/час$		
		30	50	100
200 × 200	0,01	0,05	0,018	0,004
	0,2	0,20	0,072	0,016
500 × 500	0,01	2,07	0,75	0,18
	0,2	8,28	3,00	0,72
1000 × 1000	0,01	33,1	11,86	2,97
	0,2	132,4	47,44	11,88

Как видно из таблицы 2, продолжительность экоплуатации петротермальной системы с одиночной трещиной гидроразрыва, рассчитанная по формулам (9) и (10), сильно зависит от ее размеров и расхода теплоносителя. Так же, как и в случае с пористым пластом ,путем соог-

ветствующего выбора расхода теплоносителя можно получить достаточно большую продолжительность эксплуатации для трещин заданных размеров. Увеличивая число одновременно эксплуатируемых трещин, можно изменить тепловую мощность системы в нужных пределах.

Реальные условия эксплуатации петротермальной системы с коллектором в виде трещин гидроразрыва будут, безусловно, отличаться от приведенной здесь идеализированной схемы более сложным характером фильтрационного поля, проявлением свободной конвекции рабочего агента, термических деформаций стенок трещины и т. п. Все это требует применения конечно-разностных методов для решения задач тепломассопереноса, что находит свое отражение в разработке математических моделей подобного рода систем, осуществляемой в СССР и за рубежом.

Важной предпосылкой освоения петротермальных ресурсов является современный уровень развития нефтяной и газовой промышленности, технические средства которой могут обеспечить выполнение основных технологических операций по созданию и эксплуатации систем извлечения тепла горных пород. Отечественная промышленность серийно выпускает буровые установки, способные проходить скважины до 6000 *м*, специализированные насосные агрегаты для гидроразрыва с давлением до 700 *кгс/см*^{2}, блочные насосные станции с рабочим давлением до 200 *кгс/см*^{2} для закачки воды в подземные пласты и другое оборудование. Большой интерес представляет также практический опыт нефтяной промышленности по применению методов заводнения при разработке нефтяных месторождений, который может быть использован при эксплуатации петротермальных систем с пористыми коллекторами. Обратная закачка (реинжекция) отработанного теплоносителя, как показывает опыт эксплуатации ряда месторождений термальных вод за рубежом, становится все более необходимым мероприятием. Она осуществляется с целью предотвращения оседания земной поверхности и вредных выбросов в окружающую среду, поддержания пластового давления и продуктивности скважин в Н. Зеландии, Мексике, Японии, Италии и других странах. В случаях, когда реинжекция проводится при наличии гидродинамической связи между нагнетательными и эксплуатационными скважинами, она создает в недрах условия, характерные для петротермальных систем.

Наиболее типичным примером эксплуатации естественного коллектора, как петротермальной системы, является Парижский артезианский бассейн термальных вод. Здесь создано 5 циркуляционных систем, состоящих из нагнетательных и эксплуатационных скважин глубиной 1700—2800 *м*, которые обеспечивают отопление 20 тыс. квартир. Начальная температура извлекаемого теплоносителя составляет 70—120°С. Отработанная вода снова нагнетается в коллектор, обеспечивая поддержание пластового давления и извлечение тепла вмещающих пород. Большой интерес представляет проведенный в США эксперимент по созданию петротермальной системы с искусственным коллектором, осу-

ществленный по проекту Лос-Аламосской научно-исследовательской лаборатории в штате НьЮ-Мексико в 1975—1977 г. г. [4]. В скважине глубиной около 3000 *м*, пробуренной в практически непроницаемом гранодиорите, с помощью гидроразрыва была образована вертикальная трещина радиусом 140 *м* с первоначальной шириной раскрытия 0,2 *мм*. Давление нагнетания при этом составило 122 *кгс/см*^{2}, Затем была пробурена вторая скважина, которая должна была вскрыть образованную в массиве трещину гидроразрыва. После нескольких неудачных попыток обеспечить гидравлическую сбойку скважины с трещиной, в ней был произведен второй гидроразрыв, и вновь образованная трещина была вскрыта дополнительным стволом, пройденным с помощью направленного бурения из основного ствола первой скважины. В сентябре 1977 года была осуществлена первая циркуляция рабочего агента с расходом 33 *м*^{3}/*час* при давлении нагнетания 70—90 *кгс/см*^{2}. Температура паро-водяной смеси на устье эксплуатационной скважины составила 132°С при начальной температуре пород на глубине образованной трещины 185°С. Пробная циркуляция воды осуществлялась в общей сложности в течение 6200 *час*. Выходная температура при этом поднялась до 160°С, обеспечив тепловую мощность системы в 5 *МВт*. Получены данные, свидетельствующие об образовании дополнительных трещин вследствие термических деформаций массива в зоне охлаждения, что может значительно увеличить продолжительность эффективной эксплуатации системы. В дальнейшем предполагается углубить скважины до 3800 *м*, провести новый гидроразрыв с образованием трещины радиусом не менее 450 *м*, что позволит обеспечить сооружение опытно-промышленной электростанции мощностью 10 *МВт*.

Приведенные здесь примеры характеризуют лишь начальный этап освоения петротермальных ресурсов. Предстоит решить еще немало сложных проблем, связанных с эксплуатацией как естественных, так и искусственных геотермальных коллекторов. Однако существуют достаточно благоприятные предпосылки к тому, чтобы приступить к их практическому решению и обеспечить эффективное использование петротермальных ресурсов в народном хозяйстве.

Ленинградский горный институт
им. Г. В. Плеханова

Поступила 20.III.1980.

Յու. Մ. ՊԱՐԻՅՍԿԻ

ՊԵՏՐՈԳԵՈԹԵՐՄԱԼ ՊԱՇԱՐՆԵՐԻ ՅՈՒՐԱՑՄԱՆ ԳԻՏԱՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՆԱԽԱԴՐՅԱԼՆԵՐԸ ԵՎ ՀԱՄԱՇԽԱՐՀԱՅԻՆ ՓՈՐՁԸ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Պետրոգեոթերմալ պաշարների յուրացման փորձի գիտատեխնիկական մշակման վիճակի վերլուծությունը ցույց է տալիս նրա գործնական լուծման բարենպաստ նախապայմանների առկայությունը։

Հոդվածում բերված կախվածությունները թույլ են տալիս որոշելու խորքային լեռնային ապարների կուտակած ջերմության դուրս հանման և օգտագործման թերմոդինամիկական և տնտեսական շահավետությունը, ինչպես նաև պետրոթերմալ համակարգերի էֆեկտիվ շահագործման տևականությունը։

Ju. M. PARIYSKY

THE SCIENTIFIC-TECHNICAL PRECONDITIONS AND THE WORLD EXPERIENCE ASSIMILATION OF PETROGEOTHERMAL RESOURCES

Abstract

The analysis of petrogeothermal resources assimilation problem's scientific-technical elaboration state shows the availability of favourable preconditions for its practical solution. The adduced relations allow to determine the thermodynamical and economical effectiveness indexes of extracting and utilizing the rocks heat as well as the duration of petrothermal systems effective exploitation.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Авдонин Н. А.* О различных методах расчета температурного поля пласта при тепловой инжекции. Изд. вузов, «Нефть и газ», № 8, 1964.
2. *Парийский Ю. М., Артемьева Е. Л.* Математическое моделирование процессов тепломассопереноса в неоднородном геотермальном коллекторе. Межвузовский сборник. Физические процессы горного производства. ЛГИ, 1979.
3. *Пудовкин М. А., Волков Н. К.* Краевые задачи математической теории теплопроводности в приложении к расчетам температурных полей в нефтяных пластах при заводнении. Изд. КГУ, Казань, 1978.
4. *Смит М. К., Макферланд Р. Д.* Энергия из «сухих» геотермальных бассейнов. В сб. «Процессы теплообмена в искусственных циркуляционных системах извлечения тепла Земли». Изд. ЛГИ, 1978.
5. *Ширчков А. В., Журавленко В. Я.* Моделирование теплообмена между горным массивом и глубинным проницаемым пластом, через который движется жидкость. В сб. Конвенктивный теплообмен. «Наукова думка», Киев, 1969
6. *Louwerier H. A.* The transport of heat in oil layer caused by the injection of hot fluid. Appl. Scient. Res. Section A, vol. 5, 2, 3, 1955.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, XXXIII.29—35, 1980

УДК 622.997.550.361(479.25)

Э. Н. БОГУСЛАВСКИЙ, Т. А. ТАРАБАРИНОВА, Р. С. МАЛХАЗЯН

ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ПЕТРОГЕОТЕРМАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ АРМЯНСКОЙ ССР

Выполнена предварительная оценка экономически целесообразных петрогеотермальных ресурсов на территории Армянской ССР. Их тепловой потенциал около 300 *млрд. тут*, обеспечивает почти 80% площади республики. По прогнозной оценке масштабов освоения петрогеотермальных ресурсов они могут заменить в топливно-энергетическом балансе 1990 г.—0,7; 1995 г.—1,3 и 2000 г.—2 *млн. тут*.

Неизбежное истощение запасов традиционных видов топлива, ухудшение природных условий их размещения и повышение затрат на добычу неуклонно ведут к удорожанию энергии и росту ее дефицита. В этих условиях несомненного внимания заслуживает проблема освоения издавна известной, но пока весьма слабоиспользуемой геотермальной энергии.

Основной потенциал тепловой энергии верхних толщ литосферы (до глубины 5—7 *км*) аккумулирован в горных породах (твердой фазе) и та его часть, которую экономически целесообразно извлечь на данном уровне развития техники и состояния экономики, составляет категорию петрогеотермальных ресурсов.

Энергосистема Армении в настоящее время представляется в комплексе электростанций: конденсационных, гидравлических, теплоэлектроцентралей и атомной электростанции.

Все последующее рассмотрение энергоресурсов ограничивается ископаемыми и ядерными горючими, промышленными запасами которых республика не располагает. Водные ресурсы ограничены. Естественно, выдвигается целое научно-техническое направление в проблеме создания в Армянской ССР энергетической базы [3].

Включение в топливно-энергетический баланс Армянской ССР нового источника энергии имеет особо важное значение.

В народном хозяйстве республики петрогеотермальная энергия с различными температурными потенциалами может быть использована в трех основных сферах энергопотребления:

а) в техническом теплоснабжении промышленных и сельскохозяйственных объектов, например, в химическом производстве при потенциалах 150—90°С, в парниково-тепличных хозяйствах (90—30°С), при рыборазведении (30—20°С) и др.; б) в отопительном теплоснабжении промышленной и жилой зоны (110—90°С); в) для выработки электроэнергии (более 150°С).

На основании проведенных на территории республики геотермических исследований (Институт геологичеоких наук АН Арм.ССР, Управление геологии Арм.ССР[1]) выделено четыре основных геотермальных района:

1. Центральный (Армянский), в пределах которого тепловой поток составляет более 2 *Мкал/см²·сек* и средний геотермический градиент около 5°С/100 *м*. Он приурочен к Мисхано-Зангезурской геолого-структурной зоне.

2. Северо-Восточный (Малокавказский), где тепловой поток меняется от 0,7 до 2 *Мкал/см²·сек* и геотермический градиент от 1,5 до 4,3°С/100 *м*. Он приурочен к Предмалокавказской Сомхето-Карабахской, Присеванской геолого-структурным зонам.

3. Юго-Западный (Приараксинский) с тепловым потоком 0,8—1,8 *Мкал/см²·сек* и геотермическим градиентом 1,5—3,3°С/100 *м*. Он охватывает Еревано-Ордубадскую, Приараксинскую и Кафанскую тектонические зоны.

4. Южный район, где геотермический градиент достигает 4°С/100 *м*.

Территориальная геолого-экономическая оценка целесообразных петрогеотермальных ресурсов и районирование их по экономической эффективности извлечения позволяют определить доступный к освоению энергетический потенциал, наметить районы, в которых этот вид энергии может конкурировать с традиционными ресурсами и выбрать участки первоочередного строительства опытных и промышленных петрогеотермальных систем. Методика такой оценки разработана в Ленинградском горном институте[2] под руководством проф. Ю. Д. Дядькина [2].

Диапазон возможного использования петрогеотермальных ресурсов весьма широк—от 30 до 150 и более градусов. В первой оценке территории Армянской ССР за нижнюю границу температурного потенциала принято 100°С, то есть усредненная температура отопительного теплоснабжения. Такой подход не учитывает низкотемпературных реоурсов тепла недр и резервирует весьма значительный тепловой потенциал. Кроме того, в оценку не вошли петрогеотермальные ресурсы, обеспечивающие экономичную выработку электроэнергии.

Общая оценка перспективных петрогеотермальных ресурсов Армянской ССР представлена в табл. 1. При этом в связи с отсутствием геотермической информации не учитывались участки территорий Аннйского, Артикского, Талинского, Октемберянского и других районов общей площадью около 4 *тыс. кв. км*. Приведенные затраты на извлечение тепловой энергии недр ($C_п$) определялись по результатам экономико-математического моделирования петрогеотермальных систем [1], при этом принималась максимальная стоимость электроэнергии—9 *коп/квт ч*. Приведенные затраты по альтернативному источнику ($C_к$)—котельной

---

[1] Исследования и оценки чл. кор. АН Арм.ССР А. Т. Асланяи, к. г.-м. н. Р. Г. Мириджаняна, к. г.-м. н. М. П. Ходжояна и др.

[2] Кроме Ю. Д. Дядькина и авторов статьи в разработке методики принимали участие А. Б. Вайнблат, Е. А. Соловьева.

на 50 *Гкал/ч* при отпускной цене на уголь франкосклад 24,7 *руб/т* или *44,9 руб/тут* составили 9,8 *руб/Гкал*. Как показали расчеты, коэффициент эффективности освоения петрогеотермальных ресурсов $K_э = \frac{C_к}{C_п}$ на территории Армянской ССР меняется от 1 до 5, то есть извлечение тепла недр в худшем варианте экономически равноценно сжиганию традиционного топлива, а в лучшем в 5 раз дешевле.

Общие, экономически целесообразные петрогеотермальные ресурсы составляют по оценке на 1978 г. тепловой потенциал, эквивалентный 315 *млрд.тут*. Этими ресурсами обеспечено 78,5%, а без учета не вошедших

Таблица 1

Петрогеотермальные ресурсы Армянской ССР

Районы	Геотермический градиент °С/100 *м*	Глубина изотермы 100 °С *км*	Приведенные затраты на тепло от системы *руб/Гкал*	Коэффициент эффективности	Температура пород на предельной глубине °С	Площадь *тыс./кв. км*	Ресурсы	
							10^{15} *ккал*	*млрд. тут*
Северо-восточный	2,1	4,7	9,0	1	103	30	11	2
	2,9	3,4	4,0	2	142	36	189	27
Центральный	4,0	2,5	2,6	4	196	68	847	121
	5,0	2,0	1,8	5	245	28	546	78
Юго-западный	2,1	4,8	9,0	1	103	13	3	—
	2,9	3,4	4,0	2	142	18	97	14
Южный	4,0	2,5	2,6	4	196	41	510	73
Всего						234	2206	315

в оценку участков—90,7% территории республики (рис. 1). В районах с высоким коэффициентом эффективности предельные глубины разработки петрогеотермальных месторождений ($K_э = 1$) составляют 5,5—6 *км*, при этом температуры пород достигают 200—250°С.

Аналогичные расчеты были выполнены для условий получения тепловой энергии с потенциалом 150°С. Они показали, что на 46% территории Армянской ССР можно эффективно извлекать петрогеотермальные ресурсы такого высокого температурного потенциала, перекрывая нужды технологического использования тепла в промышленности, а при необходимости обеспечивая и выработки электроэнергии.

Коэффициент извлечения тепловой энергии при разработке петрогеотермального месторождения циркуляционными системами с искусственными зонами фильтрации, образованными трещинами гидроразрыва, составляет 0,1—0,3, в естественных коллекторах он может достигать 0,4—0,5. Принимая, весьма приближенно, среднее значение этого коэффициента равным 0,25, можно оценить величину экономически эффективных извлекаемых петрогеотермальных ресурсов республики, которая составляет 79 *млрд.тут*.

Выполненные оценки справедливы при существующих на этот период ценах. Однако, цены на топливо растут, значительно опережая увеличение затрат на создание систем. Это несомненно приведет к росту перспективных петрогеотермальных ресурсов.

Промышленное освоение новых топливно-энергетических ресурсов всегда связано со значительными капиталовложениями и обычно осуществляется по-стадийно. Извлечение петрогеотермальных ресурсов в первую очередь требует проведения геолого-геотермических исследова-

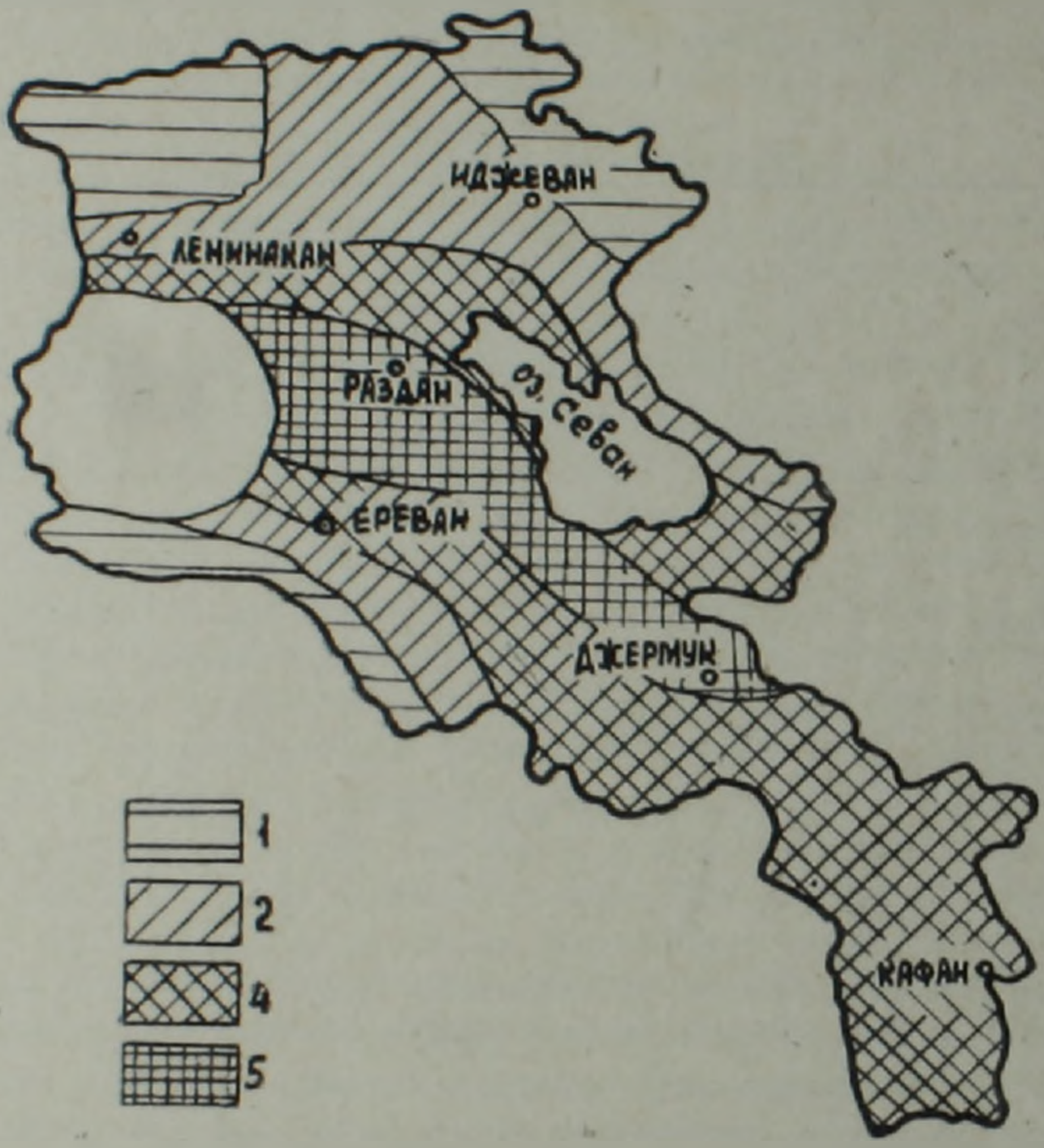


Рис. 1. Петрогеотермальные ресурсы Армянской ССР.
1. 2. 4. 5—показатели коэффициентов экономической эффективности $\frac{C_к}{C_п}$ по районам.

ний и изысканий, строительства опытных и опытно-промышленных систем. Отводя на этот комплекс работ около десяти лет и учитывая острый дефицит энергии в республике, можно прогнозировать широкое освоение петрогеотермальных ресурсов начиная с 1990 г.

Оценка возможных масштабов включения петрогеотермальных ресурсов в топливно-энергетический баланс республики выполнялась на основе прогнозных данных развития народного хозяйства Армянской ССР на долгосрочную перспективу. При этом на пятилетку до

1990 г. прогнозировалась замена только топлива, сжигаемого в котельных, а далее к нему добавлялся и весь прирост тепловых нагрузок, включая производство тепловой энергии на ТЭЦ.

Используя предложенный метод эффективных площадей, определено количество тепловой энергии, которую можно заменить петрогеотермальными ресурсами. Оно составляет 5,1; 8,9 и 13,6 *млн.Гкал* в год, то есть 730, 1270 и 1940 *тыс. тут* в год в предстоящие пятилетия. Для покрытия этих тепловых нагрузок необходимо ввести в эксплуатацию 34 элементарных ячейки циркуляционных систем. Каждая такая ячейка теплопроизводительностью 25 *Гкал/ч* состоит из двух скважин, пересекающих 6—10 трещин гидроразрыва. Капиталовложения на ее строительство составляют в зависимости от глубины зоны теплообмена от 1.5 до 3,5 *млн. руб.*, а приведенные затраты на извлечение тепла недр от 2.2 до 4.5 *руб/Гкал*. Следует ввести дополнительно 6 ячеек для промышленного, 19 для коммунально-бытового теплоснабжения, далее—соответственно 15 и 16 ячеек.

Петрогеотермальная система может формироваться из одной, двух, трех и более элементарных ячеек. Должно быть пробурено 85 *тыс. м* скважин, для чего потребуется работа 9 станков в течение 5 лет, а годовые капиталовложения при этом сроке строительства составят 13,4 *млн. руб.* с общей фондоемкостью около 70 *млн. руб.*

Народнохозяйственная эффективность уже в первой из прогнозных пятилеток более чем вдвое превысит годовые капиталовложения, а в последующие достигнет 54 и 89 *млн. руб/год*. при капиталовложениях 10 и 12 *млн. руб/год*.

Сделанная прогнозная оценка еще раз убедительно свидетельствует о настоятельной необходимости начать широкий круг работ по освоению петрогеотермальных ресурсов на территории Армянской ССР. Для этого следует разработать Республиканскую программу, которая в первом приближении должна включать:

а) геолого-геотермические исследования и изыскания по разведке и оконтуриванию петрогеотермальных месторождений;

б) строительство до 1985 г. опытной циркуляционной системы;

в) строительство до 1990 г. около 10 опытно-промышленных и промышленных петрогеотермальных систем;

г) в 1990—1995 г. г. полную замену топлива, сжигаемого в котельных для нужд теплоснабжения.

Кроме того, а может быть и в первую очередь следовало бы к 1990 г. выполнить опытно-промышленные работы, а к 2000 г. завершить пуск первого блока мощной петрогеотермальной электростанции.

Ленинградский горный институт им. Г. В. Плеханова,
г. Ленинград, АрмНИИЭ, г. Ереван

Поступила 5 III 1980.

Է. Ի. ԲՈԳՈՒՍԼԱՎՈՒԿԻ, Տ. Ա. ՏԱՐԱԲԱՐԻՆՈՎԱ, Ռ. Ս. ՄԱԼԽԱԶՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՊԵՏՐՈԳԵՈԹԵՐՄԱԼ ՊԱՇԱՐՆԵՐԻ ՅՈՒՐԱՑՄԱՆ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Հոդվածում տրված է Հայկական ՍՍՀ տարածքի տնտեսապես նպատակահարմար պետրոգեոթերմալ պաշարների նախնական գնահատականը։ Դրանց ջերմային պոտենցիալը, որը կազմում է մոտավորապես 300 մլրդ տոննա պայմանական վառելանյութի, ապահովում է հանրապետության տարածքի 80 տոկոսը։ Ըստ կանխատեսումային գնահատման, պետրոգեոթերմալ պաշարների յուրացման մասշտաբները հանրապետության ջերմաէներգետիկ հաշվեկշռում կարող են փոխարինել՝ 1990 թ.—0,7, 1995 թ.—1,3 և 2000 թ.—2,0 մլն. տոննա պայմանական վառելանյութի։

E. I. BOGUSLAVSKY, T. A. TARABARINOVA, R. S. MALKHAZIAN

THE ASSIMILATION PERSPECTIVES OF THE ARMENIAN SSR PETROGEOTHERMAL RESOURCES

Abstract

The preliminary estimation of economically expedient petrogeothermal resources of the Armenian SSR territory is carried out. Their thermal potential makes up about 300 mlrd tones of conditional fuel providing about 80% of the whole territory. By the prognosis estimation of the petrogeothermal resources assimilation scales they will be able to substitute in the iuel-energetical balance in 1990—0,7 mln tones, in 1995—1.3 mln tones and in 2000—2 mln tones of conditional fuel accordingly.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Богуславский Э. И.* Опыт экономико-математического моделирования систем извлечения тепловой энергии горячих пород. «Народно-хозяйственные и методические проблемы геотермии». Тез докладов на Всесоюзной конференции. Махачкала, 1978.
2. *Дядькин Ю. Д., Парийский Ю. М., Богуславский Э. И.* Извлечение и использование тепла Земли. Л., 1977.
3. *Малхазян Р. С.* Предпосылки создания геотермальной энергетики в Армянской ССР. «Народно-хозяйственные и методические проблемы геотермии». Тезисы докладов на Всесоюзной конференции. Махачкала, 1978.

Известия АН Арм ССР, Науки о Земле, XXXIII, № 3, 36—46, 1980

УДК 550.361(479.25)

К. Г. ШИРИНЯН

ВОЗМОЖНЫЕ ПЕТРОГЕОТЕРМИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ НОВЕЙШЕГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПОЯСА АРМЯНСКОЙ ССР И НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИХ ПОИСКОВ И ИЗУЧЕНИЯ

На основании анализа вулканических событий верхнеплиоцен-голоценового времени и других благоприятных геологических факторов высказывается предложение о наличии в недрах Армянской ССР достаточно больших тепловых запасов. Периферические (промежуточные) магматические очаги, расположенные на глубинах до 2—5 км, считаются потенциальными источниками петрогеотермических ресурсов. Наиболее перспективными являются очаги вулканов зоны Транскавказского меридионального поднятия, где процессы тепломассопереноса достигли наибольших значений. Для обнаружения горячих очагов выдвигается необходимость комплексных геофизических исследований, причем наиболее обещающими считаются сейсмопросвечивание и электрическое зондирование корней вулканов.

Геотермические исследования и использование тепловой энергии недр за последнее время выдвинулись в одну из важнейших проблем.

Общеизвестно, что источником геотермальной энергии являются высокотемпературная вода и пар гидротермальных систем, а также ограниченные в пространстве объемы горных пород, нагретых до высоких температур.

Основой современной геотермальной энергии являются бассейны природных термальных вод, но будущее развитие геотермальной энергетики в значительной степени будет связано с освоением петрогеотермических ресурсов—тепла «сухих» горных пород, путем создания искусственных геотехнологических циркуляционных систем.

Наиболее перспективными источниками петрогеотермических ресурсов считаются периферические (промежуточные) вулканические очаги. Имея самые разнообразные формы и размеры, они представляют естественные резервуары аккумулированного тепла с громадным энергетическим потенциалом.

Расчеты по магматическому очагу Авачинского вулкана показали, что при охлаждении всего на 100° выделяется энергия, эквивалентная $2.6 \cdot 10^9$ тонны условного топлива. Время полного остывания вещества магматической камеры Авачинского вулкана оценивается в несколько десятков тысяч лет [23]

По данным комиссии по атомной энергии США, охлаждение 1 км^3 горной породы с 350° до 177°С дает такое же количество энергии, что и сжигание 9 миллионов тонн нефти.

Представления о тепловом состоянии земных недр складываются

из определений теплового потока. Общеизвестно, что величина и особенности распределения тепловых потоков зависят от тектонического состояния литосферы. Высокие тепловые потоки приурочены к молодым складчатым областям, насыщенным вертикальными движениями отдельных блоков земной коры, с разрывными нарушениями и с другими типами тектонической активности. Высокие значения тепловых потоков характерны и для областей современного и молодого вулканизма.

Геологические, тектоно-магматические и гидрогеологические факторы территории Армянской ССР дают основание предполагать, что недра ее могут быть рассмотрены как потенциальные источники огромных энергетических ресурсов [5]. Об этом свидетельствуют многочисленные выходы термальных вод, стабильные температуры в 90—100° на глубинах 3000—3500 м, высокая сейсмотектоническая активность и интенсивное проявление молодого (верхнеплиоцен-голоценового) вулканизма на значительной части территории республики.

Одним из благоприятных факторов сохранности горячих, а возможно и полужидких магматических очагов следует считать недавнее геологическое прошлое многих вулканических проявлений, о чем свидетельствует ряд неспровержимых факторов. Из них несомненный интерес представляют многочисленные находки А. Т. Асланяна остатков «культуры» первобытного человека под молодыми лавами и, в частности, недавно обнаруженный под лавовым потоком ущелья р. Раздан (в окрестностях г. Еревана) череп «раннего человека разумного» [4].

В пределах Армянского нагорья известны извержения, имевшие место и в историческое время. Так, например, последнее извержение вулкана Немрут (западнее оз. Ван) датируется 1441 г. Г. Абих [1] в своей книге «Геология Армянского нагорья (западная часть)», изданной в 1889 г., описал вулкан Тондурек как «...действующий еще и ныне вулканический сольфатаро». Сольфатарная активность Тондурека, очевидно, продолжается и в настоящее время [10].

На территории Советской Армении на сегодня выявлены 650 вулканов центрального типа. Исключительно хорошая сохранность всех вулканов при большой плотности их расположения свидетельствует о высокой степени разогрева литосферы в недавнем геологическом прошлом. Все это указывает на большую вероятность наличия в недрах Армении магматических очагов с достаточно высокими тепловыми запасами.

С точки зрения освоения тепла вулканических очагов весьма положительным фактором является неглубокое (порядка первых трех км) залегание периферических очагов, о чем указывали Ф. Ю. Левинсон-Лессинг [15], А. Н. Заварицкий [11], К. Г. Ширинян [27], К. И. Карапетян [12, 13].

К. И. Карапетян [12] на основании изучения ксенолитов и других данных предполагает, что очаги вулканической активности Гегамской и Айоцдзорской областей залегают на глубине не более 3 км.

М. С. Бадалян [6] указывает, что на высоких уровнях аэромагнитной съемки (при высоте 4000 и 9000 м) на глубинах 2—5 км обнаруживаются тела, представляющие собой вторичные вулканические очаги новейших вулканических проявлений.

Несмотря на перечисленные благоприятные геологические факторы, поиски и обнаружение конкретных малоглубинных магматических камер (периферических очагов молодых вулканов), пригодных для практического использования, связаны с определенными трудностями, на которых мы остановимся ниже.

В Армянской ССР, по имеющимся данным [20], величина теплового потока колеблется от 0,9 до 2, 6 *мкал/см²·сек*. Обычно высокие плотности тепловых потоков хорошо коррелируются с количественными параметрами вулканической активности. Однако истолкование тепловых аномалий только с позиций вулканизма было бы ошибочным.

В. В. Белоусов [8], указывая на тесную взаимосвязь между динамикой земной коры и тепловым состоянием ее недр, считает, что взаимное влияние тепловых и геодинамических явлений в разных классах эндогенных режимов выражается неодинаково и зависит от запасов тепловой энергии, степени дифференциации и проницаемости литосферы. Территория Армении в этом отношении не является исключением. Более того, структурная гетерогенность относительно обособленных вулканических областей обуславливает контрастность и мозаичность тектонических и магматических проявлений как в эндогенном, так и в экзогенном их проявлениях, даже в пределах небольших сегментов (блоков) литосферы.

Позднеорогенный тектонический этап охватывает области, прошедшие различные геологические и структурные режимы развития. В силу этого геодинамические явления и связанные с ними вулканические проявления в разных областях Армении приобрели свои специфические особенности.

Е. А. Любимова [16] находит, что значительное повышение теплового потока в активных районах создается при нарушении условий кондуктивного теплопереноса и выноса большого количества тепла тепломассопереносом совместно с продуктами плавления и дифференциация магмы.

Анализируя вулканические события Армянской ССР с точки зрения вышеизложенных обстоятельств, следует говорить о связи вулканических событий с двумя специфичными тектоно-магматическими зонами—с Транскавказским поперечным поднятием и Ликавано-Сюникской разломной зоной.

Транскавказская зона поперечного поднятия [19] совпадает с выделенной впервые Г. Абихом [1] полосой меридионального поднятия, которая, по его представлениям, прослеживается от Месопотамской низменности через Арарат—Арагац—Карагач, Абул, Годореби в Самсар. По новым представлениям [19], эта зона продолжается дальше через Казбек и Эльбрус до Ставропольского щита. Наибольших значений

процессы тепломассопереноса достигли именно в зоне Транскавказского ареала вулканизма. Такой вывод подтверждается прежде всего длительностью существования расположенных в этой зоне крупных вулканов (Арарат, Арагац, Араилер, Абул, Самсар, Казбек, Эльбрус), аналоги которых почти не известны в Анкавано-Сюникской разломной зоне. Продолжительность активности крупных вулканов достигает в этой зоне $2 \cdot 10^6$ лет (вулкан Арагац), что свидетельствует об огромной тепловой инерции процессов выплавления первичных магм в астеносферном слое.

В Транскавказской зоне преобладающим распространением пользуются кислые вулканиты (андезито-дациты и дациты), каковые в Анкаван-Сюникской области почти полностью отсутствуют.

Образование кислых вулканитов Транскавказской зоны мы рассматриваем как геологическое следствие контаминации первичной основной магмы, путем плавления осадочно-метаморфического—гранитного слоя земной коры. Такой вывод основывается на данных всесторонних петрогеохимических исследований [21].

Возможность такого плавления и смешения магм сегодня доказывается убедительными теоретическими расчетами [17, 24]. Так, например, Масуренков Ю. П. и Горицкий Ю. А. [17] показали, что объем гранитной магмы вокруг канала базальтового вулкана уже через 10^4 лет становится сравнимым с объемом в канале до глубины 40 *км* (31 $км^3$).

Объем кислых вулканитов только в Арагацкой области Транскавказского ареала составляет 350 $км^3$, причем извержение указанного объема вулканитов происходило не только из кальдеры главного вулкана—Арагаца, но и из целого ряда относительно самостоятельных латеральных центров, удаленных от канала кальдеры на расстоянии более чем 30 км. Это говорит о том, что на пути прохождения основных магм, за долгое время существования вулкана Арагац, за счет плавления окружающих кислых кристаллических и осадочных пород образовался огромный по объему промежуточный очаг кислой магмы. Поскольку остывание значительных объемов магмы такой же длительный процесс, как и плавление твердых пород коры, мы имеем все основания ожидать в недрах области г. Арагац еще достаточно высокие энергетические запасы.

Аналогичные условия магматической эволюции имели место и в Ахалкалакской вулканической области Транскавказского поперечного поднятия, но с относительно слабым развитием кислого вулканизма.

Геодинамические условия проявления новейшего вулканизма в зоне Анкавано-Сюникского глубинного разлома были иными—менее благоприятными с точки зрения аккумуляции тепла в близповерхностных зонах. В Гегамской, Варденисской и Кафанской вулканических областях этой зоны полигенные вулканы вообще не известны. Полигенные вулканы Ишханасар, а частично и Цхук в Сюникской вулканической области, по продолжительности активности уступают вулканам Транскавказского ареала, и поэтому эволюция вулканических продуктов завершает-

ся здесь на стадии становления андезито-базальтов и частично андезитов, не считая весьма мизерные объемы дацитов, известные на вулкане Ишханасар [26].

Здесь уместно цитировать вполне правильный вывод Ю. П. Масуренкова и Ю. А. Горицкого [17]: «Чем быстрее формируется вулкан, тем больше у него шансов сохранить первичный базальтовый состав. Вяло и длительно развивающиеся вулканы на гранитной коре должны иметь смешанный состав». Талых вулканов в Анкаван-Сюникской зоне нет.

Мощность гранитного слоя коры как в Транскавказской, так и в Анкаван-Сюникской зонах примерно одинакова и поэтому специфику феноменологических и петрологических особенностей вулканизма можно объяснить лишь с позиции геодинамических условий тепломассопереноса и их продолжительности.

В ареале Транскавказского поперечного поднятия в начальной-верхнеплиоценовой стадии вулканизма имели место линейные излияния базальтов по глубинным врезам, т. е. по глубинным разломам без горизонтальных смещений [9]. В дальнейшем ввиду большой тепловой инерции земная кора приобретает высокую пластичность, что затрудняет образование глубинных сколов, а вместе с тем и «экспрессный» подъем магматических расплавов в верхние горизонты коры. «Вялый», но продолжительный тепломассоперенос обусловливает разогрев и плавление кристаллических и осадочных пород коры, что и приводит к образованию огромных объемов смешанных (мантийно-коровых) кислых магм.

В Анкавано-Сюникской области картина совершенно иная. Наблюдаемое здесь линейное расположение вулканов с начала до полного завершения вулканического цикла (что особенно отчетливо выражено на Гегамском нагорье) подчеркивает их постоянную связь с одними и теми же глубинными разломами, которые хотя и не были сквозными [13, 15, 27], но служили каналами, по которым магматические расплавы легко и быстро доставлялись до глубин формирования периферических очагов (как было указано выше, порядка 2—5 *км* до поверхности Земли). Ограниченность процессов магматической эволюции (до состава андезито-базальт-андезит), моногенность вулканов свидетельствуют о быстротечности отдельных вулканических циклов, следовательно, и ограниченности масштабов тепломассопереноса и их частой прерываемости.

Вышеизложенное дает основание считать, что по возможным потенциальным запасам остаточных энергетических ресурсов Анкаван-Сюникская зона, хотя и представляет интерес, но не может сравниться с более перспективной областью Транскавказского ареала.

К сожалению, тепловое поле Транскавказской области изучено очень слабо, но даже на основании единичных измерений, оно характеризуется как зона с повышенным (в два и более раза) тепловым потоком [22].

Бадалян М. С., Оганесян Ш. С., Пирузян С. А. [6, 7] выдвигают концепцию о пониженном значении геотермального поля Транскавказского ареала по сравнению с Анкаван-Сюникской зоной. Такое предположение основано якобы на существующей «...тенденции соответствия больших нерегулярных градиентов магнитных аномалий высоким величинам теплового потока и слабых магнитных аномалий—низким ее величинам».

Возражением такому выводу может служить авторитетное мнение Е. А. Любимовой [16], которая считает, что «наибольшая дифференциация аномального магнитного поля создается за счет первоначальной намагниченности приповерхностных пород и таким образом не связана с распределением температур в земной коре».

Видимо, все же можно говорить о связи больших градиентов магнитных аномалий с высокими значениями тепловых потоков, но только для Анкавано-Сюникской зоны, где теплоотдача исходит из первоначально высоконамагниченных пород базальт-андезито-базальтового и частично андезитового состава, слагающих периферические очаги этой области.

В Транскавказской области преобладающим распространением пользуются кислые—андезито-дацит—дацитовые вулканы и их очаги. Следовательно, здесь, даже при экстраординарных значениях тепловых потоков, ожидать повышенные значения магнитных аномалий нет никаких оснований. Скорее всего здесь следует ожидать обратную картину, т. е связь повышенных значений тепловых потоков с интенсивными отрицательными аномалиями. И не является случайностью, что в пределах Транскавказского ареала наблюдаются высокие отрицательные аномалии (интенсивностью до 500 *гамм*), одна из которых совпадает с массивом вулкана Арагац.

В пределах Армянского вулканического нагорья вулканические извержения протекали в сложной и изменчивой в пространстве геологической обстановке. Поэтому истолкование аномалий тепловых потоков требует знаний латеральных закономерностей их распределения в связи с особенностями геологического и тектонического строения данной области, теплопроводностью пород, геодинамическими особенностями вулканических процессов и другими не менее важными обстоятельствами, как вариации, связанные с изменением рельефа, влияние искажающих факторов в приповерхностной зоне и др.

В областях ареального вулканизма, каковой является и территория Армении, высокое значение тепловых потоков является суммарной площадной характеристикой, но не объемной. Это значит, что высокие значения тепловых аномалий сами по себе не могут быть использованы в целях прямых интерпретаций с периферическими магматическими очагами.

И. И. Абрамович и Н. Г. Клушин [2] выявили, что в вулканических ареалах разогрев вещества земной коры однороден во всей толще, здесь слабо влияет латеральная неоднородность прогрева, связанная с нали-

чием обособленных магматических очагов. Если это так, в чем мы не сомневаемся, то при большой плотности расположения разноглубинных вулканических очагов в Армении, при более чем 10^5—10^6 лет общей продолжительности вулканической активности вряд ли возможно говорить о аномально высоких тепловых потоках на локальных площадях в связи с влиянием какого то одного или группы высоконагретых магматических очагов.

Таким образом, по высоким значениям тепловых потоков мы можем скорее всего судить об общих особенностях распределения тепловых аномалий в данном районе и выделить общие продуктивные структуры.

Задача выявления конкретных периферических магматических очагов скорее всего может быть решена на основе комплексных геофизических исследований. Предпосылкой выявления периферических магматических очагов при применении дистанционных методов исследований могут служить различия физических свойств (плотностных, тепловых) очага и вмещающей среды. Геофизические поля достаточно хорошо отражают колебания физических параметров горных пород. Но эти параметры меняются в зависимости от характера залегания пород, от литолого-петрографических и минералогических особенностей, от термодинамических условий, что создает сложное взаимоотношение между тепловыми и другими физическими аномалиями и, конечно, затрудняет задачу интерпретации имеющихся данных.

Тем не менее известные связи тепловых аномалий с аномалиями гравитационного и магнитного полей, со скоростями прохождения сейсмических волн, связь высокой электропроводности с высокими температурами и началом частичного плавления [17] дают основание считать, что применение комплексных геофизических методов может привести к желаемым положительным результатам. Особенно эффективными могут быть сейсмические и геоэлектрические исследования.

Предпосылкой изучения магматических камер сейсмическим просвечиванием служат теоретические оценки и экспериментальные исследования скоростей затухания сейсмических волн вблизи прогретых зон и частично в расплавленных средах.

Температурный фактор сильно влияет и на изменение электропроводности пород. Как показали экспериментальные исследования Н. Н. Хитарова и др. [25], при повышении температуры электрическое сопротивление уменьшается, а электропроводность возрастает на несколько порядков. Особенно интенсивно растет электропроводность при температурах выше 800°С и резкий скачок электропроводности наблюдается при переходе пород от твердого состояния к жидкому.

Для разграничения высокопрогретых зон земной коры (периферических очагов) особенно многообещающим может быть магнитотеллурическое зондирование. Первые, пока что разрозненные, результаты магнитотеллурического зондирования территории нашей республики

указывают на перспективность применения этого метода в целях геотермии.

В пределах вулканических нагорий опытно-методические работы целесообразно ставить в районах расположения обособленных в пространстве крупных вулканов или сосредоточения группы вулканов, активность которых была связана с одним общим очагом. В таком случае интерпретация выявленных аномалий значительно упростится, т. к. будет исключено взаимное перекрывание тепловых аномалий, исходящих из различных магматических тел.

С точки зрения практического использования глубинного тепла следует однако учесть, что плотное расположение вулканических очагов может обусловить высокий разогрев коры и ее довольно высокий энергетический потенциал, достаточный для создания искусственных циркуляционных систем.

Важную информацию относительно местоположения магматических очагов можно получить в результате расшифровки аэрокосмических снимков. При расшифровке аэрокосмических снимков хорошо выделяются круговые депрессии, представляющие деформации верхних слоев земной коры, вызванные опорожнением промежуточных магматических очагов [3]. Это тем более важно, если учесть то обстоятельство, что очень часто вулканические аппараты располагаются не по центру круговых депрессий, а по их периферии [3].

Рассматривая вулканические очаги как потенциальные источники петрогеотермических ресурсов, мы не овязываем особых надежд с очагами проявления липаритовой магмы. Липаритовый вулканизм, как самостоятельное магматическое явление, одинаково известен как в Транскавказском, так и в Анкавано-Сюникском ареалах. Липаритовая магма образовалась в коре in situ в результате частичного местного плавления гранитно-метаморфического слоя земной коры [14]. Характерна пространственная разобщенность очагов и их небольшие объемы, что нельзя объяснить региональным и более или менее продолжительным прогревом коры. Если ко всему этому добавить и начальные низкие температуры (порядка 650°), достаточные для образования гранитных расплавов, то вряд ли можно сомневаться в правильности наших убеждений.

Видимо, нельзя связывать особые надежды с вулканами, которые несмотря на внушительные размеры завершили свою активность уже в верхнем плиоцене (вулкан Араилер). Неперспективными, очевидно, следует считать очаги многих моногенных вулканов, активность которых завершена в нижнечетвертичное время (вулканы Октемберянского, Кармрашенского, Анийского плато и др.).

В новейшем вулканизме Армении определенное место принадлежит линейным трещинным излияниям, механизм которых до конца не выяснен. Более определенные взгляды сложились на сегодня относительно формирования огромных покровов долеритовых базальтов, достигших 300 м мощности. Удивительная их однородность и большие объемы

свидетельствуют, очевидно, о быстром вертикальном подъеме, отсутствии дифференциации. По общему мнению исследователей, излияние указанных лав происходило из мантии по глубинным врезам. Следовательно, излияния базальтовых магм не сопровождались образованием промежуточных очагов. Но районы распространения долеритовых базальтов возможно все же могут представить интерес, исходя из представлений, что структуры, контролирующие излияния мантийных базальтов, являются северным продолжением Африкано-Аравийской рифтовой системы [18]. Известно, что молодые рифтовые структуры характеризуются повышенными значениями тепловых потоков, что связано с наличием под ними расплавленного слоя. В связи с этим в рифтовых структурах возможен высокий разогрев верхних слоев коры, обусловленный постоянным кондуктивным теплопереносом. К сожалению, мы не располагаем данными по состоянию теплового поля структур, контролировавших излияния мантийных базальтов в Армении. Вопрос этот нуждается в специальном изучении.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 20.11.1980.

Կ. Գ. ՇԻՐԻՆՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՆՈՐԱԳՈՒՅՆ ՀՐԱԲԽԱՅԻՆ ԳՈՏՈՒ ՀՆԱՐԱՎՈՐ ՊԵՏՐՈԳԵՈԹԵՐՄԱԼ ՌԵԺԻՄՆԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՄԱՆ ՈՒ ՕՐՈՆՄԱՆ ՈՐՈՇ ՊՐՈԲԼԵՄՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Ելնելով Հայկական ՍՍՀ նորագույն ժամանակաշրջանի (վերին պլիոցեն-հոլոցենյան) ժամանակաշրջանի հրաբխականության օրինաչափություններից համոզմունք է հայտնվում հանրապետության տարածքի ընդերքում ներունակ ջերմային էներգիայի զգալի պաշարների առկայության մասին՝ կապված փոքր խորությունների վրա գտնվող (2—5 կմ) և դեռ վերջնականապես չսառած ծայրամասային (միջանկյալ) հրաբխային օջախների հետ։

Հրաբխային գործունեության հետ կապված ջերմային պաշարների պահպանվածության տեսակետից առավել հեռանկարային մարզ է համարվում Տրանսկովկասյան լայնակի բարձրացման հետ կապված հրաբխային գոտին, քանի որ նշված շրջանում ջերմագանգվածային տեղաշարժերը (թիկնոցից դեպի երկրակեղևի վերին հորիզոնները) անհամեմատ ավելի մեծ զարգացում են ունեցել։

Հրաբխային օջախների հայտնաբերման և նրանց ջերմային վիճակի ուսումնասիրման խնդրում առաջ է քաշվում երկրաֆիզիկական ուսումնասիրությունների անհրաժեշտության հարցը։ Առավել խոստումնալից են համարվում հրաբուխների սեյսմահետախուզական և էլեկտրահետախուզական դիտարկումները։

C. G. SHIRINIAN

THE POSSIBLE PETROGEOTHERMIC RESOURCES OF THE ARMENIAN SSR NEWEST VOLCANIC BELT AND SOME PROBLEMS OF THEIR SEARCH AND STUDY

Abstract

On the basis of Upper Pliocene-Holocene volcanic events and other favourable geological factors analysis an assumption is expressed on the presence of the sufficient amount of thermal reserves in the Armenian SSR entrails. The peripheral (intermediate) magmatic chambers located at the depth of 2—5 km are considered as potential sources of petrogeothermic resources. The chambers of Transcaucasian meridional zone volcanoes where the heat and mass migration had the maximal values are considered the most perspective. A complex of geophysical investigations is considered to be necessary for discovering hot chambers, especially the seismic translucence and electrical sounding of volcano roots.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абих Г.*—Геология Армянского нагорья. Западная часть. Орографическое и геологическое описание. Зап. Кавк. отд. географ. общ., кн. XXI, 1899.
2. *Абрамович И. И., Кяшкин И. Г.* Вариации состава раннегеосинклинальных гранитоидных комплексов и особенности глубинного строения земной коры. Сов. геол., № 9, 1974.
3. *Аракелян Р. А., Ширинян К. Г.* Некоторые сравнительные характеристики вулканизма Земли и Луны по данным космических снимков. В кн: «Проблемы планетологии», том 2, Ленинград—Ереван, 1977.
4. *Асланян А. Т., Мовот Б. П., Саядян Ю. В.* О находке фрагментов черепа ископаемого человека в Ереване. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, том XXX, № 4—5, 1977.
5. *Асланян А. Т.* Некоторые вопросы изучения и использования подземного тепла в Армянской ССР. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, том XXXII, № 5, 1979.
6. *Бадалян М. С.* О возможной причинной связи геотермического и магнитного полей в области новейшего вулканизма Армянской ССР и некоторые вопросы их интерпретации. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, том XXIX, № 2, 1976.
7. *Бадалян М. С., Оганисян Ш. С., Пирузян С. А.* О некоторых соотношениях между геофизическими полями и новейшим вулканизмом Армянской ССР. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, том XXXI, № 1, 1978.
8. *Белоусов В. В.* Об эндогенных режимах материков. Геотектоника, № 3, 1971.
9. *Белоусов В. В.* Основы геотектоники. «Недра», М., 1975.
10. *Гущенко И. И.* Извержения вулканов мира (каталог). «Наука», М., 1979.
11. *Завирицкий А. Н.* Некоторые черты новейшего вулканизма Армении. Известия АН Арм.ССР, сер. геол., № 1, 1945.
12. *Карапетян К. И.* Петрохимические особенности четвертичного вулканизма Гегамского нагорья и Аjoцдзора (Армения). Сб. «Петрохимические особенности молодого вулканизма». Изд. АН СССР, М., 1963.
13. *Карапетян К. И.* Вулканы Гегамского нагорья. В кн: Новейший вулканизм некоторых районов Армянской ССР». Изд. АН Арм.ССР, 1973.

14. *Карапетян С. Г.* Особенности строения и состава новейших липаритовых вулканов Армянской ССР. Изд. АН Арм.ССР, 1972.
15. *Левинсон-Лессинг Ф. Ю.* Армянское вулканическое нагорье, «Природа», № 5, 1928.
16. *Любимова Е. А.* Тепловые потоки из коры и мантии континентов. В кн: «Тектоносфера Земли», «Наука», М., 1978.
17. *Мисиренков Ю. П., Горицкий Ю. А.* Разогрев и плавление среды вокруг вулканического канала. Бюлл. вулканолог. станции. № 55, 1978.
18. *Милановский Е. Е. Хаин В. Е.* Геологическое строение Кавказа Изд. МГУ, 196
19. *Милановский Е. Е.* Рифтовые зоны континентов. «Недра», М., 1976.
20. *Мириджанян Р. Т.* О природе аномального повышенного геотермального поля Центрального района Армянской ССР Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 6, 1974.
21. *Молявко В. Г., Остафийчук И. М., Хиразян Э. Х., Ширинян К. Г.* Петрогеохимические особенности вулканитов андезито-дацитовой парагенетической ассоциации Транскавказской зоны Армении. Записки Арм. Отд ВМО, вып. 8, 1976.
22. *Смирнов Я. Б.* Связь теплового потока со строением и развитием земной коры и верхней мантии. «Геотектоника», № 6, 1968.
23. *Федотов С. А. Балеста С. Т., Дрознин В. А. и др.* О возможности использования тепла магматического очага Аванчинского вулкана. Бюлл. вулк станции, № 53, 1977
24. *Федотов С. А., Горицкий Ю. А.* Тепловой расчет цилиндрических питающих каналов и расход магмы для вулканов центрального типа. «Вулканология и сейсмология», № 6, 1979.
25. *Хитаров Н. И., Слуцкий А. Б., Ревин Н. И.* Изменение электропроводности базальтов при плавлении в условиях высоких давлений. В кн· Физические свойства горных пород при высоких термодинамических параметрах. Киев, «Наукова думка», 1971.
26. *Ширинян К. Г.* Гиалокластиты и условия их образования в Армении. «Труды Лаборатории палеовулканологии», вып. 2, Алма-Ата, 1963.
27. *Ширинян К. Г., Аджимамудов Э. Б.* Тектонические условия новейших вулканических проявлений Армении (по данным геофизических исследований). В кн Вулканизм и глубинное строение Земли, «Наука», М., 1966
28. *Ширинян К. Г., Толстой М. И., Остафийчук И. М.* и др. Состав и физические свойства новейших вулканических образований Армении. Изд. АН Арм. ССР, 1980

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, XXXIII, № 3, 47—51, 1980

УДК 556.3:550.8(479.25)

М. П. ХОДЖОЯН

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТЕРМОМИНЕРАЛЬНЫХ ВОД АРМЯНСКОЙ ССР

В настоящей статье приводится систематизация месторождений термоминеральных вод Армянской ССР с целью создания основы для выбора рациональной методики проведения разведочных работ.

Выделение основных типов месторождений осуществлено по их геоструктурным и гидродинамическим показателям.

В СССР широко проводятся работы по исследованию и использованию тепла Земли в практических целях и, в первую очередь, по изучению и использованию термальных вод, которые как динамический носитель этого тепла представляют собой ценнейшее полезное ископаемое.

На территории Армянской ССР работы по выделению перспективных районов развития термальных вод и их месторождений осуществляются Управлением геологии Армянской ССР.

Ниже, на основе фактического материала, полученного в последние годы, анализируются общие геолого-гидрогеологические условия основных типов месторождений термальных вод республики, а также дается их типизация для целей разведки. При типизации месторождений учитывались такие их особенности, как геоструктурное положение, литологический состав водовмещающих пород, гидродинамический режим, структурно-морфологическое положение очагов разгрузки гидротерм. В зависимости от указанных показателей в пределах Армянской ССР выделяются:

—месторождения термоминеральных вод в массивах изверженных, метаморфических и карбонатных пород горноскладчатых сооружений;

—месторождения термоминеральных вод в осадочных и вулканических образованиях межгорных депрессий.

Месторождения первого типа распространены в пределах окладчатых систем Антикавказского, Севанского и Араксинского оротектонических поясов, на участках развития интрузивных, вулканогенно-осадочных и карбонатных пород от эопалеозоя до палеогена включительно.

Месторождения характеризуются ограниченными размерами и локальным распространением сосредоточенных потоков термальных вод, приуроченных: а) к узлам пересечения разнонаправленных тектонических нарушений (чаще на стыке продольных разломов глубокого заложения с молодыми поперечными сдвиговыми структурами); б) к узлам

пересечения экзоконтактов интрузивных тел с разломами глубокого заложения; в) к участкам изгибов и ветвлений тектонических нарушений глубокого заложения и т. д.; г) к замковым частям антиклинальных складок, осложненным разрывными нарушениями и т. д.

Как показали исследования, водовмещающая среда в пределах месторождений представлена блоками интенсивно трещиноватых и брекчированных пород, обладающих значительной емкостью и проницаемостью. Основная роль в движении гидротерм в этих блоках принадлежит вертикальным перемещениям, происходящим по всевозможным разрывным нарушениям типа нормальных сбросов, надвигов, взбросов, а также контактам пород различных литологических разностей. На участках развития карбонатных пород водоносные зоны реже обусловлены карстом. По данным бурения, наибольшая проницаемость свойственна породам вдоль крутопадающих систем нарушений. По основному гидродинамическому показателю и типу водовмещающей среды рассматриваемые месторождения относятся к трещинно-жильным водонапорным системам с упруго-водонапорным режимом, переходящим в приповерхностных горизонтах в газоупруговодонапорный.

Указанные системы обычно обнаруживаются с поверхности по естественным выходам подземных вод, приуроченным к различным депрессиям в рельефе в виде речных долин и других форм эрозионного вреза, т. е. к местам, гипсометрически более низким, чем региональная пьезометрическая поверхность подземных вод в пределах месторождений. Термальные источники всегда восходящие, газирующие. Дебит их изменения от 0,1 до 1—1,5 *л/сек.* и более, температура вод колеблется от 20 до 40—50°С. Состав вод углекислый, гидрокарбонатный, хлоридно-гидрокарбонатный (гидрокарбонатно-хлоридный), сульфатно-гидрокарбонатный, преимущественно натриевый. Минерализация вод от 2 до 4—5 *г/л.*

До проведения поисковых буровых работ основные естественные выходы трещинно-жильных гидротерм располагались в районах с. с. Джермук, Анкаван, Арзакан, Гедикванк, Бугур-чай, Дара-юрт, Арени и др. С бурением скважин большинство источников пересохло.

В настоящее время детальные разведочные работы проведены на Джермукском, Анкаванском и Арзаканском месторождениях гидротерм, которые изучены до глубин 300—500 *м.* Эксплуатационные запасы терм по этим месторождениям подсчитаны в количестве от 600 до 3600 $м^3/сут.$ и более. Дебит отдельных скважин при самоизливе достигает 2000 $м^3/сут.$ Температура вод на устье изменяется от 25 до 64°С; минерализация вод не превышает 10—12 *г/л.* Состав вод хлоридно-гидрокарбонатный (гидрокарбонатно-хлоридный) и сульфатно-гидрокарбонатный, преимущественно натриевый.

Месторождения второго типа связаны с локальными внутригорными тектоническими впадинами в пределах Среднеараксинской зоны. Наложенные депрессии представляют собой мелкие озерные бассейны, возникшие в результате локальных погружений земной коры, а также

запруживания речных долин продуктами вулканической деятельности. Они выполнены недислоцированными или слабодислоцированными образованиями, состоящими из самых разнообразных фаций, в том числе озерных глин, песков, флювиогляциальных, аллювиальных, пролювиальных образований, потоков и покровов лав различного состава и др. Мощность этого чехла в отдельных структурах колеблется от 100—400 до 600 *м* и более.

В гидрогеологическом отношении указанные депрессии представляют собой локальные артезианские бассейны, заключающие пластовые безнапорные и напорные системы пресных и минеральных подземных вод. Формирование в этих бассейнах месторождений гидротерм связано с внедрением в наложенные депрессии восходящих со стороны складчатого основания глубинных потоков углекислых термальных вод с последующим их растеком в водоносных горизонтах озерных и лавовых образований. В результате формируются пластовые системы термальных вод, венчающие очаги разгрузки глубинных гидротерм. В республике к таким месторождениям относятся Личкское, Сисианское и др., приуроченные к внутригорным наложенным депрессиям. Термальные воды в них залегают на глубинах до 500 *м*. Дебиты фонтанирующих скважин достигают 2000—2500 *м*^{3}/*сут*. Температура вод на изливе достигает 45° и более. Состав вод гидрокарбонатно-хлоридный, преимущественно натриевый и магниевый; минерализация вод до 10—12 *г/л*.

В пределах Среднеараксинской тектонической зоны термальные подземные воды обнаружены бурением в отдельных глубоких межгорных прогибах, заполненных мощными (до 5000 и более метров) толщами осадочных отложений (Ереванский, Арташатский, Нижнеахурянский прогибы и др.).

Указанные структуры представляют собой типичные артезианские бассейны межгорного типа с характерными для них гидродинамическими и гидрохимическими показателями.

В Ереванском бассейне пластовые системы термальных вод выявлены на Разданской площади в интервале 800—2500 *м* в песчано-глинистых отложениях миоцена, олигоцена и эоцена. В комплексе миоценовых отложений температура пластовых вод на глубинах 800—1000 *м* изменяется от 40 до 43°С. Далее она закономерно возрастает до 46,8°—на глубине 1700 *м* в отложениях олигоцена и до 70°—в отложениях эоцена. Минерализация вод в указанных интервалах изменяется от 20 до 50 *г/л*. Состав вод преимущественно хлоридный натриевый. Среди растворенных газов присутствуют углекислота, азот, метан. Ресурсы гидротерм не изучены.

В разрезе Нижнеахурянского артезианского бассейна термальные воды известны в отложениях миоцена и олигоцена. В миоценовом комплексе в интервале 750—2600 *м* температура пластовых вод изменяется от 31 до 45—70°С. Минерализация вод колеблется от 35 до 60 *г/л*. Состав вод в основном хлоридный натриевый. Газовая составляю-

щая представлена азотом, метаном, в меньшей мере углекислотой. Динамические ресурсы комплекса не изучены. В олигоценовых отложениях опробован водоносный горизонт на глубинах 2750—3000 *м*, откуда получен фонтан термальной воды с начальным дебитом до 25 *л/сек*, температурой на выходе 80—90°С. Состав воды хлоридный натриевый; растворенные газы представлены углекислотой и азотом; минерализация воды до 40 *г/л*.

В Арташатском бассейне термальные воды установлены в отложениях олигоцена, миоцена и палеоцена на глубинах до 2600*м*. По данным отдельных замеров, температура вод до указанной глубины не превышает 43°С; минерализация терм составляет 40—50 *г/л*. Ресурсы термальных вод на площади бассейна не изучены. На участке с. Мхчян одной скважиной с глубины 2638 *м* получен фонтан с расходом до 0,8 *л/сек*. Температура воды 41°С; состав хлоридный натриевый с минерализацией до 37 *г/л*.

В заключение необходимо отметить следующее.

В связи с проблемой использования глубинного тепла Земли на территории Армении для целей разведки выделяются 3 основных типа месторождений гидротерм, характеризуемых локальным (1 и 2 типы) и площадным (3 тип) распространением подземных вод. Наиболее перспективными для первоочередного изучения являются месторождения термоминеральных вод горноскладчатых сооружений. Основными направлениями их использования следует считать: теплоснабжение теплиц, бальнеология, сырье для извлечения некоторых химических элементов.

Управление геологии Армянской ССР

Поступила 3.III.1980.

Մ. Պ. ԽԱՉՈՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՋԵՐՄԱՀԱՆՔԱՅԻՆ ՋՐԵՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԻՊԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Հայկական ՍՍՀ տարածքում հետախուզական նպատակներով առանձնացվում են հանքավայրերի հետևյալ հիմնական տիպերը՝

— ճեղքա-երակային ածխաթթվային ջերմահանքային ջրերի հանքավայրեր (T մինչև 64°, M մինչև 10 գ/լ, Q 600—3600 մ³ (օր և ավելի), որոնք ունեն սահմանափակ տարածում (Ջերմուկ, Արզական, Հանքավան և այլն),

— շերտային ածխաթթվային ջերմահանքային ջրերի հանքավայրեր (T մինչև 52°, M մինչև 12 գ/լ, Q 2500—4000 մ³/օր), որոնք ունեն սահմանափակ տարածում միջլեռնային վրագրված իջվածքների սահմաններում (Լիճք, Մարտունի, Սիսիան և այլն),

— շերտային ածխաթթվային, ապոտային, մեթանային ջերմահանքային

ջրերի հանքավայրեր (T մինչև 90°, M մինչև 50 գ/լ, չուսումնասիրված պաշարներով), որոնք տարածական գարգացում ունեն խոր միջլեռնային գոգավորությունների սահմաններում (Հոկտեմբերյան—Մխչյան, Հրազդանի տարածք և այլն)։

Հանրապետության ջերմահանքային ջրերի օգտագործման առավել հնարավոր ուղղություններն են՝ ջերմոցների ջեռուցումը, ջրաբուժությունը, որոշ քիմիական տարրերի կորղումը։ Նստվածքների հեռացման տեխնոլոգիայի ներդրման դեպքում այդ ջրերը կարող են օգտագործվել նաև բնակավայրերի ջեռուցման համար։

M. P. KHODJOYAN

THE GENERAL TYPES OF THE ARMENIAN SSR THERMOMINERAL WATER DEPOSITS

Abstract

A systematization of the Armenian SSR thermomineral water deposits is made in this paper in order to create a basis for selection of rational methods of prospecting.

The systematization of deposits is made on the basis of their geostructural and hydrodynamical indexes.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, XXXIII, № 3, 52—64, 1980

УДК 550.061.12(479.25)

Р. Б. ЯДОЯН

НАЛОЖЕННЫЕ ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ВПАДИНЫ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СТРУКТУРЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ТЕРМОМИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Одним из своеобразных типов структур, имеющих заметное распространение в горноскладчатых регионах, являются тектонические наложенные впадины. Для условий Малого Кавказа выделяются протяженные дренажные системы зоны Севанской и Арпа-Воротанской впадин, где намечены 22 перспективные на термоминеральные воды наложенные депрессии.

Одной из наиболее изученных наложенных депрессий является Личкская.

Все тектонические впадины Севанской оротектонической зоны, как и другие межгорные котловины территории Малого Кавказа, подлежат детальному изучению как весьма перспективные структуры в отношении ресурсов термальных минеральных вод глубокой циркуляции с температурой до 70—90°С.

Наложенные тектонические депрессии в горноскладчатых регионах представляют собой специфические гидрогеологические структуры, обеспечивающие локализацию и скрытую разгрузку глубинных потоков термоминеральных вод в верхние рыхлообломочные толщи разреза.

В структурно-морфологическом отношении—это, как правило, узкие грабенообразные сооружения с резкими прямолинейными границами тектонического происхождения.

Отдельные протяженные тектонические депрессии и группы таких депрессий являются крупными региональными дренажными системами, выводящими из недр горно-складчатых областей основные ресурсы термоминеральных вод глубокой циркуляции. Этот факт наряду с региональными гидрогеологическими признаками делает возможным прогнозировать и выявлять территории, перспективные на различные термоминеральные воды, пользуясь геолого-структурными показателями.

В прифундаментной части наложенных депрессий сопрягаются трещинно-жильные питающие каналы, выводящие из недр термоминеральные воды и пластовые водоносные системы, приуроченные к вулканогенно-осадочным толщам, выполняющим депрессии.

На участках сопряжения этих двух водоносных систем формируется специфичная гидродинамическая обстановка—среди вод, движущихся латерально, формируется гидрохимический (гидротермический) купол, подчеркивающий место внедрения в пластовую систему восходящих напорных термоминеральных вод. Скрытая разгрузка термоминеральных вод осуществляется по механизму внедрения (гидроинжекции).

В зависимости от строения фундамента впадины и структурно-

морфологического положения зоны разгрузки термоминеральных вод по отношению к бортам депрессии нами выделены следующие типы гидроинжекционных месторождений:

А. Центрального типа, когда разгрузка термоминеральных вод происходит из трещинно-жильного канала между двумя блоками фундамента, не имеющими какого-либо различия в положении его поверхности. В этом случае купол термоминеральных вод не деформирован наличием каких-либо непроницаемых стенок и наиболее легко поддается изучению существующими методами исследований.

Б. Прислоненного типа, когда разгрузка термоминеральных вод осуществляется из трещинно-жильной водонапорной системы между двумя блоками с различным уровнем воздымания. Формирующийся в результате этого купол термоминеральных вод, обычно бывает смят: площадь растекания минеральных вод имеет бо́льшие размеры, чем в случае центральной разгрузки.

В зависимости от положения очага разгрузки по отношению к границам тектонической депрессии выделяются два подтипа: а) прибортовой и б) межблоковый.

В пределах одной впадины могут быть встречены не только определенные сочетания этих типов разгрузки, но и, нередко, весь их комплекс.

Приведенная типизация предложена с целью дальнейшей детализации ранее разработанных типизаций, для более успешного применения в практике геолого-разведочных работ на термоминеральные воды, так как типом разгрузки во многом определяется методика разведки месторождения.

Исходя из учета гидродинамического механизма инжекции, а также на основе анализа геологических позиций крупных структурно-фациальных зон, впервые для условий Малого Кавказа нами выделены протяженные дренажные системы Севанского орогенического пояса зоны Арпа-Воротанской и Севанской впадины, где намечены 22 перспективные на термоминеральные воды наложенные депрессии. В частности, детальные разведочные работы позволили установить, что все месторождения термоминеральных вод, изученные в пределах Севанской зоны, приурочены к наложенным тектоническим депрессиям и по способу разгрузки восходящих углекислых растворов относятся к месторождениям гидроинжекционного типа.

Одной из наиболее изученных тектонических наложенных депрессий является Личкокая.

Личкское месторождение углекислых вод расположено на южном живописном побережье оз. Севан, на территории Мартунинского района Армянской ССР.

Район месторождения представляет типичную горную область с сильно расчлененным рельефом и наличием многочисленных вулканических сооружений. С юга он ограничен Варденисским хребтом (2400—

3520 м), с запада—Гегамским вулканическим нагорьем (3000—3598 м), а северной и восточной границей является побережье оз. Севан.

Абсолютные отметки на месторождении колеблются в пределах 1910—2100 метров.

Личкское месторождение углекислых вод приурочено к грабену субширотного простирания, выявленному по геофизическим данным на южном побережье Большого Севана. Грабен имеет максимальную ширину 1,5—2 км и окаймляется северо-восточным и юго-западным тектоническими швами. Фундамент депрессии имеет верхнемеловой-эоценовый (?) возраст, а отложения, выполняющие впадину,—неогеновый. В основной массе—это лимно-аллювиальные песчано-глинистые образования, с редкими прослоями базальта. Мощность отложений, выполняющих впадину, от 500 до 1000 м.

Изучение гидрогеологических условий территории привело к установлению обводненности песчано-глинистых образований на интервале до 400 м от поверхности (на глубине разведки), причем выявлены три гидравлически взаимосвязанные водоносные зоны.

Третья зона представляет собой основной эксплуатационный объект месторождения и заключает углекислые термоминеральные воды с минерализацией до 8,3 *г/л*, газосодержанием до 10 *г/л* и гидрокарбонатно-хлоридным (хлоридно-гидрокарбонатным) натриево-магниево-кальциевым составом.

Применение методики пространственного гидрогеологического моделирования на Личкском месторождении позволило установить наличие гидрохимического и гидротермического купола, венчающего зону восходящей разгрузки углекислых вод. Зоной глубокой разгрузки, по-видимому, служит северо-восточный тектонический шов в борту впадины, что после сопоставления с гидродинамическими характеристиками дает основание относить рассматриваемый объект к месторождениям гидронапжекционного типа с приконтурным—прибортовым очагом разгрузки.

Таблица 1

Сводная таблица гидрогеологических показателей центрального участка Личкского месторождения

№ скв.	Условные отметки скважин в м	Напоры в условных отмет. в м	Минерализация воды в *г/л*	Температура воды °С	Общая щелочность, в *г/л*	Раствор CO_2 в *г/л*	Дебит воды в *л/с*	Глубина кровли основной зоны в м	Уровни		Понижение в м
									$H_{ст}$ в м	$H_{дин}$ в м	
1р	1015,0	1014,5	6,3	20,2	7,3	2,6	11,4	150	—0,5	—4,23	3,73
2р	1016,0	1014,8	6,8	13,4	7,2	2,3	13,9	153	—1,2	—5,70	4,50
3р	1010,0	1008,9	4,3	16,5	6,4	2,5	6,0	—	—1,1	—2,80	1,70
4р	1017,0	1016,0	4,7	25,5	5,2	1,6	2,5	166	—1,04	—2,80	1,76
5р	1017,0	1015,6	8,3	25,8	10,0	1,6	17,0	210	—1,4	—3,2	1,80
6р	1016,0	1016,0	7,2	28,4	9,0	2,0	12,0	175	—0,1	—1,4	1,50
7р	1020,0	1014,2	3,8	20,8	5,0	2,0	5,0	200	—5,8	—6,7	0,90
8р	1012,0	1011,4	7,8	26,8	9,3	1,9	12,5	145	—0,6	—2,40	1,80

Детальное изучение геологического строения и структуры Личкского месторождения было связано с некоторыми затруднениями. Одним из наиболее малоизученных вопросов оставалось строение эоценового фундамента впадины и плановое положение гидрогеологически активных тектонических нарушений, служащих каналами поступления с глубины термоминеральных вод в лавовые и вулканогенно-озерные отложения. Выяснение этого вопроса осложнялось еще тем, что данные геофизических исследований на месторождении не были подтверждены буровыми скважинами как по глубине залегания фундамента, так и по плановому положению и протяженности разрывных дислокаций.

Для решения этих вопросов и расшифровки структуры Центрального участка был применен комплекс приемов, специальных методов гидрогеологических и гидродинамических исследований, позволивших получить представление о строении месторождения в целом .В результате таких работ подтверждено наличие продуктивной тектонической зоны и уточнено ее пространственное положение.

На основе составленных гидрогеологических карт и разрезов удалось получить пространственную гидрогеологическую модель Центрального участка Личкского месторождения углекислых термоминеральных вод. В частности, анализ карты изопьез (рис. 1) позволяет установить, что в пределах рассмотренной части месторождения имеет место сложное сочетание двух подземных потоков, имеющих, по-видимому, различные области питания и отличную гидрогеохимическую и гидротермическую природу.

Движение подземных вод в рассматриваемом районе характеризуется северо-восточным направлением, в сторону оз. Севан, являющегося региональным базисом дренирования. Очевидно, в силу этого изопьезы подземных вод вдоль всей береговой линии озера практически повторяют контуры границ названного водоема (рис. 1).

В районе скважин 5-Р и 6-Р прослеживаются своеобразные изгибы, «мысы», сформированные изопьезами 1016 *м* 1015 *м* и др. и протягивающиеся на северо-запад, в сторону скважины 8-Р.

Как свидетельствует опыт изучения месторождений минеральных вод гидроинжекционного типа, подобные «мысы» в условиях сравнительно хорошо выдержанных водоносных толщ (подобных рассматриваемым) характеризуют погребенные гидрогеологически активные тектонические нарушения.

Таким образом, рассматривая названный факт, можно говорить о том, что внедрение термоминеральных вод в осадочные толщи впадины, в основном, происходит в юго-восточной части месторождения, в районе скважины 5-Р и 6-Р.

Представляет также интерес гидрогеологический профиль по линии скв. 4-Р, 2-Р и 3-Р (рис. 2).Здесь на участке скважин 4-Р и 2-Р гидрав-

лический уклон составляет 0,0026, в то время как между скважинами 2-Р и 3-Р градиент резко возрастает, составляя 0,0058.

Такая смена гидравлических уклонов в фильтрационно-однородной толще также свидетельствует о наличии некоторой глубокопогруженной зоны разгрузки подземных вод.

Из сказанного следует, что в районе скважин 5-Р и 6-Р можно предполагать наличие тектонического нарушения, питающего глубокие части впадины восходящими термоминеральными водами.

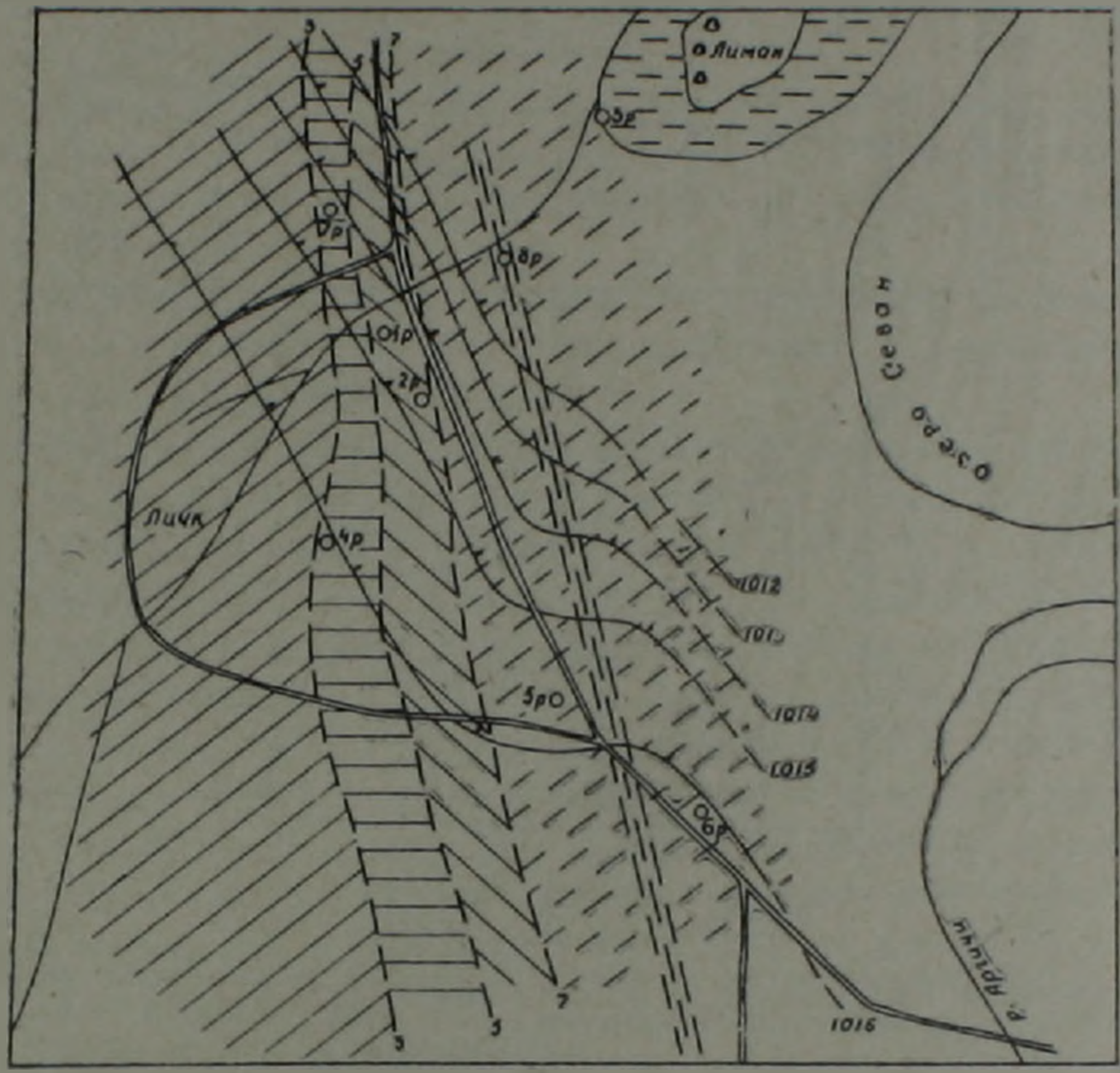


Рис. 1. Центральный участок Личкского месторождения углекислых минеральных вод. Схематическая гидрогеологическая карта. (Составил Р. Б. Ядоян, 1976 г.) 1. Участок площадей разгрузки минеральных вод (заболоченность). 2. Субаквальная разгрузка минеральных вод (гриффоны). 3. Линия тектонического нарушения. 4. Изолинии минерализации в *г/л*. 5. Изолинии напоров в *м* и направление движения вод. Минерализация: 6. <3 *г/л*. 7. 3—5 *г/л*. 8. 5—7 *г/л*. 9. >7 *г/л*. 10. № скважины.

Сопоставление этих данных с результатами гидротермических и гидрохимических исследований подтверждает этот вывод.

Латеральное движение скрытно разгружающихся минеральных вод осуществляется в север-северо-западном направлении с соответствующим растеканием на северо-восток и северо-запад.

Четко выраженный в районе скважин 5-Р и 6-Р «мыс» по направлению к скв. 8-Р вырождается.

Помимо направления движения на северо-запад, весьма существенным является другое—регионально выдержанное северо-восточное

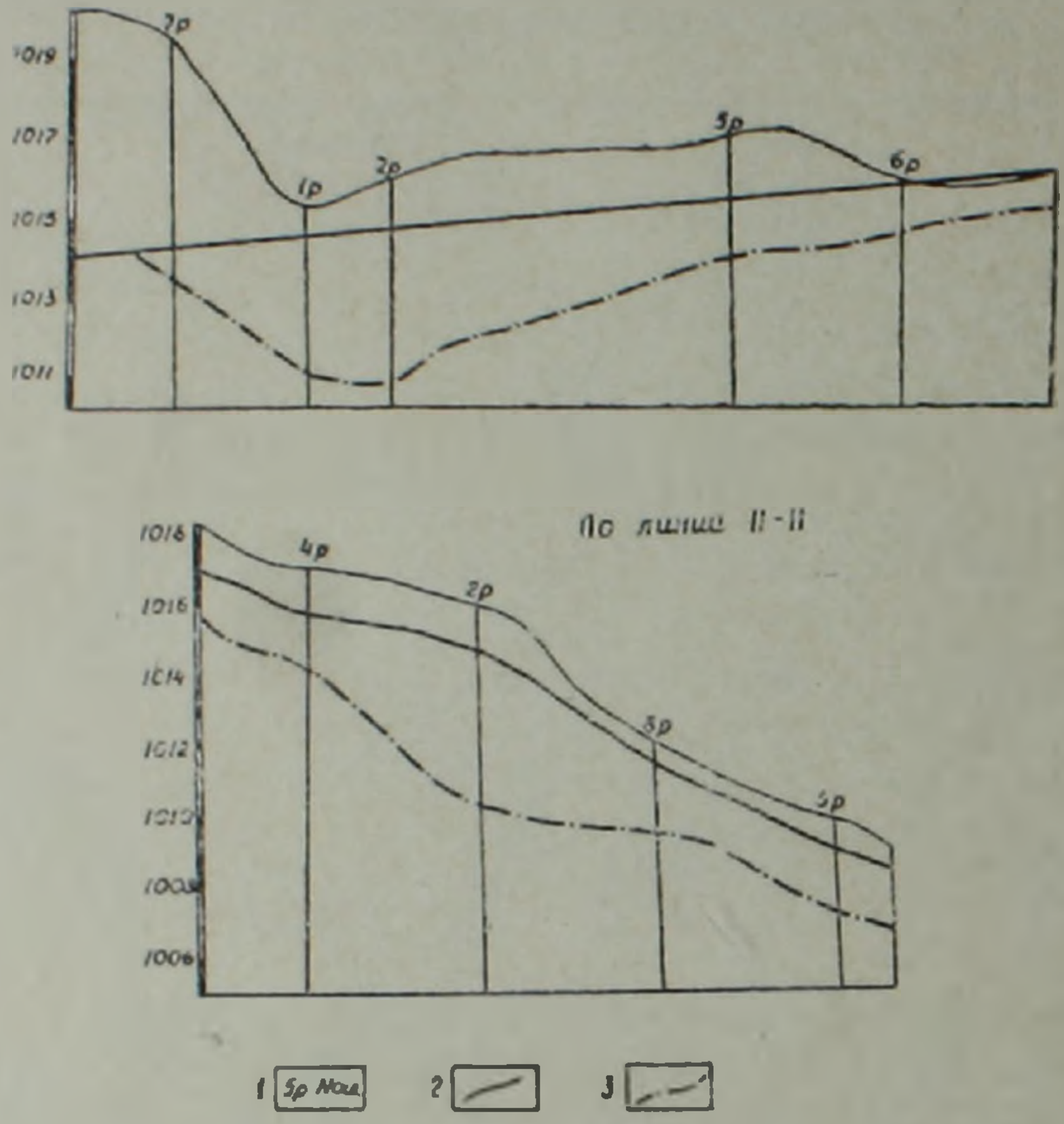


Рис. 2 Центральный участок Личкского месторождения термоминеральных вод. Разрезы уровней термоминеральных вод. 1. №№ скважин. 2. Уровень термоминеральных вод в ненарушенном состоянии $H_{ст}$ 3. То же после проведения опыта (выпуска), $H_{дин}$.

№№ скв.	Услови. отмет. скв.	Глубина кровли основ. зоны м	Уровни м		Дебит воды в л/сек
			$H_{ст}$	$H_{дин}$	
1-р	1015	150	0.5	4,23	11,4
2—р	1016	153	1,2	5,7	13,9
3—р	1020	—	1.1	2,80	6,4
4—р	1017	166	10.4	2,8	5,2
5—р	1017	210	1,4	3,2	10,0
6—р	1016	175	+0,1	1,4	9,0
7—р	1020	206	5,8	6,70	5,0
8—р	1012	145	0,6	2,40	9,3

направление, что, по всей видимости, характеризует подземный поток пресных вод, поступающих из местной области питания—лавового потока вулкана Агмаган, в сторону бассса дренирования озера Севан.

Таким образом, сочленение двух названных потоков подземных вод выражается в некоторой деформации гидродинамического (гидротермического, гидрохимического) купола подземных минеральных вод, в развороте направления потока минеральных вод также на северо-восток и разгрузке их в пределах лимана.

Наличие площадной разгрузки подземных минеральных вод в акваторию оз. Севан подтверждается рядом фактов, основными из которых являются: эрозионный рельеф данного участка, заболоченность местности, наличие субаквальной разгрузки минеральных вод, проявляющейся по многочисленным газовым грифонам, карбонатная корка вдоль береговой зоны озера.

Помимо термоминеральных вод, отмечена интенсивная разгрузка пресных подземных потоков. Так, в районе скв. 1-Р на поверхности отмечены выходы нескольких источников пресных вод с суммарным дебитом до 400 *л/сек*.

Представленная картина распределения подземных потоков хорошо согласуется с данными по общей минерализации, газонасыщенности и температуре минеральных вод (рис. 3).

Максимальные дебиты минеральных вод изученной территории в момент их вскрытия при свободном изливе составляли: на север—северо-западном фланге—2,5—11 *л/сек* (скв. 7-Р, 4-Р и 1-Р), на юго-восточном фланге—12—17 *л/сек* (скв. 5-Р и 6-Р), на север-северо-восточном фланге—до 12,5 *л/сек* (скв. 8-Р). Удельные дебиты скважин соответственно имели значения: 1,8—2,5 *л/сек* при понижении 0,9—4,5 *м* (скв. 7-Р, 1-Р и 2-Р), 3,3—3,5 *л/сек* при понижении 1,5—1,8 *м* (скв. 5-Р и 6-Р).

Фонтанирование всех разведочных скважин на месторождении происходит в основном под влиянием газлифта. Из общего количества углекислоты, содержащейся в водах, большая ее часть в приповерхностных условиях выделяется в спонтанном виде: от 3 *г/л* (скв. 7-Р) до 8,3 *г/л* (скв. 5-Р). Выделение спонтанного газа начинается на глубине нескольких десятков метров от поверхности.

Расчеты величины упругости растворенного CO_2, а также измерения в пьезометрических трубках показали, что глубина дегазации по разведочным скважинам варьирует от 40 до 95 *м* (табл. 2).

При движении к поверхности количество свободного углекислого газа и его объем непрерывно возрастают, что приводит к резкому снижению объемного веса воды и фонтанированию скважин за счет проявления эффекта газлифта (при динамических уровнях воды ниже поверхности земли).

При этом отмечается достаточно тесная связь дебита газлифтного излива минеральной воды с общей газонасыщенностью и температурой. Как показано на рис. 4, с ростом величин газонасыщенности и температуры воды (условный коэффициент CO_2 общ. x T°C) отмечается общее возрастание газлифтного излива и наоборот.

Многолетнее изучение месторождения минеральных вод свидетельствует о значительной стабильности его гидродинамических и гидрохи-

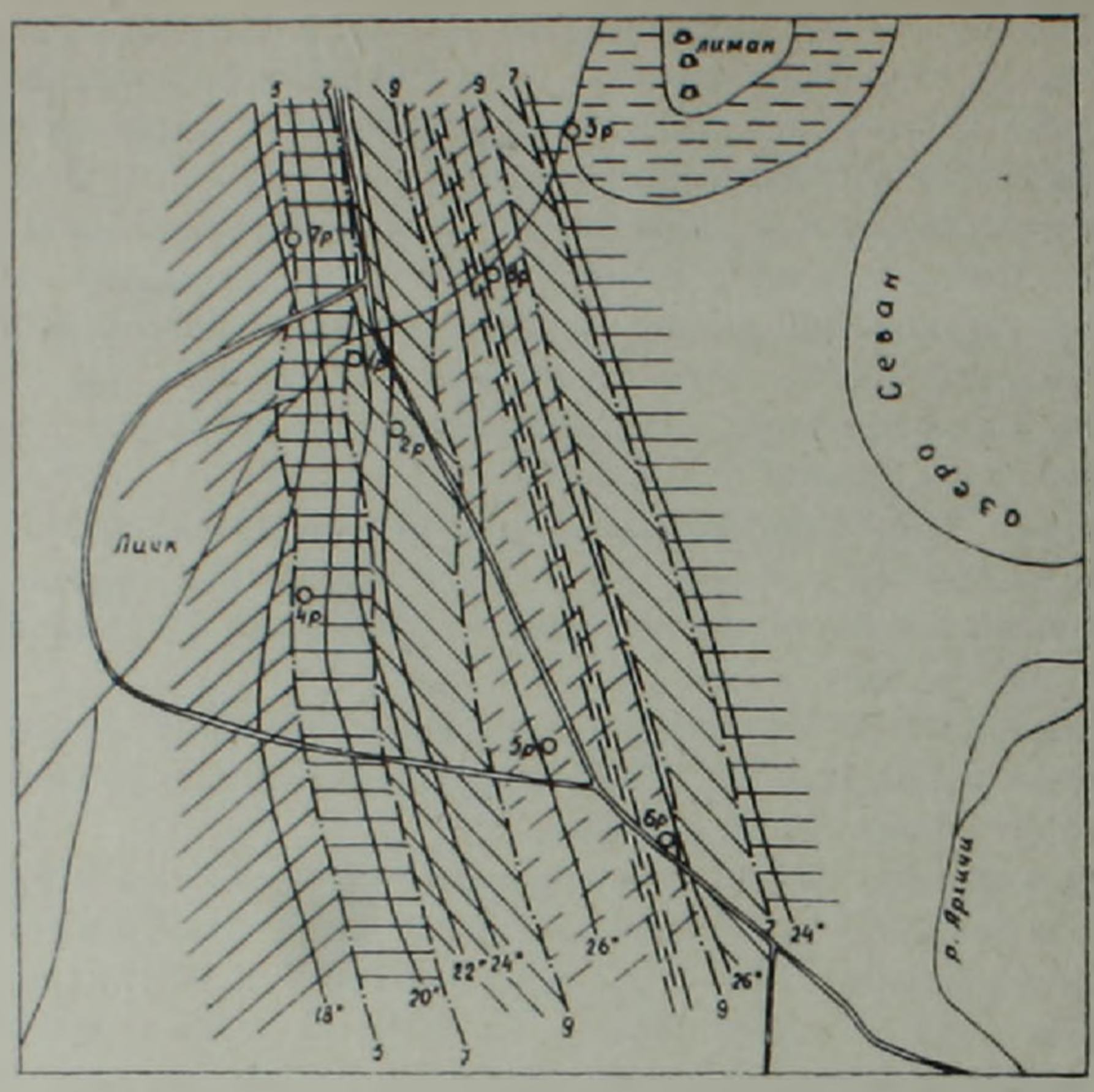


Рис 3. Центральный участок Личкского месторождения углекислых термоминеральных вод. Схематическая карта гидрогазохимического и гидротермического полей (Составил Р. Б Ядоян, 1976 г.) 1. Участок площадей разгрузки минеральных вод (заболоченность). 2. Субаквальная разгрузка минеральных вод (гриффоны). 3. Изотермы °С. 4 Изолинии газонасыщенности в *г/л.* 5. Линии тектонического нарушения. Газонасыщенность: 6. <5 *г/л.* 7. 5—7 *г/л.* 8. 7—9 *г/л.* 9. >9 *г/л.* 10. № скважины.

Таблица 2

Глубина появления спонтанной фазы в углекислых минеральных водах по скважинам Центрального участка Личкского месторождения

Номера разведочных скважин	Глубина дегазации в метрах		Глубина погружения пьезометров в м
	по расчету (упругость CO_2)	по замерам в пьезометрах	
1—Р	39,5	40,8	50,0
2—Р	57,0	57,5	70,0
4—Р	49,0	50,0	60,0
5—Р	94,3	95,0	110,0
6—Р	89,0	89,5	100,0
7—Р	39,5	40,0	50,0
8—Р	88,0	87,5	100,0

мических показателей во времени, чем доказывается непрерывное поступление и восполнение естественных ресурсов минеральных вод за счет глубинной составляющей.

Говоря об условиях формирования газового состава минеральных вод и геотемпературного поля рассматриваемого месторождения, следует прежде всего отметить факт близости расположения вулканической системы Гегамского нагорья и прежде всего голоценовой постройки Агмаганского вулкана, поставляющих, по-видимому, глубинный углекислый газ метаморфогенной природы.

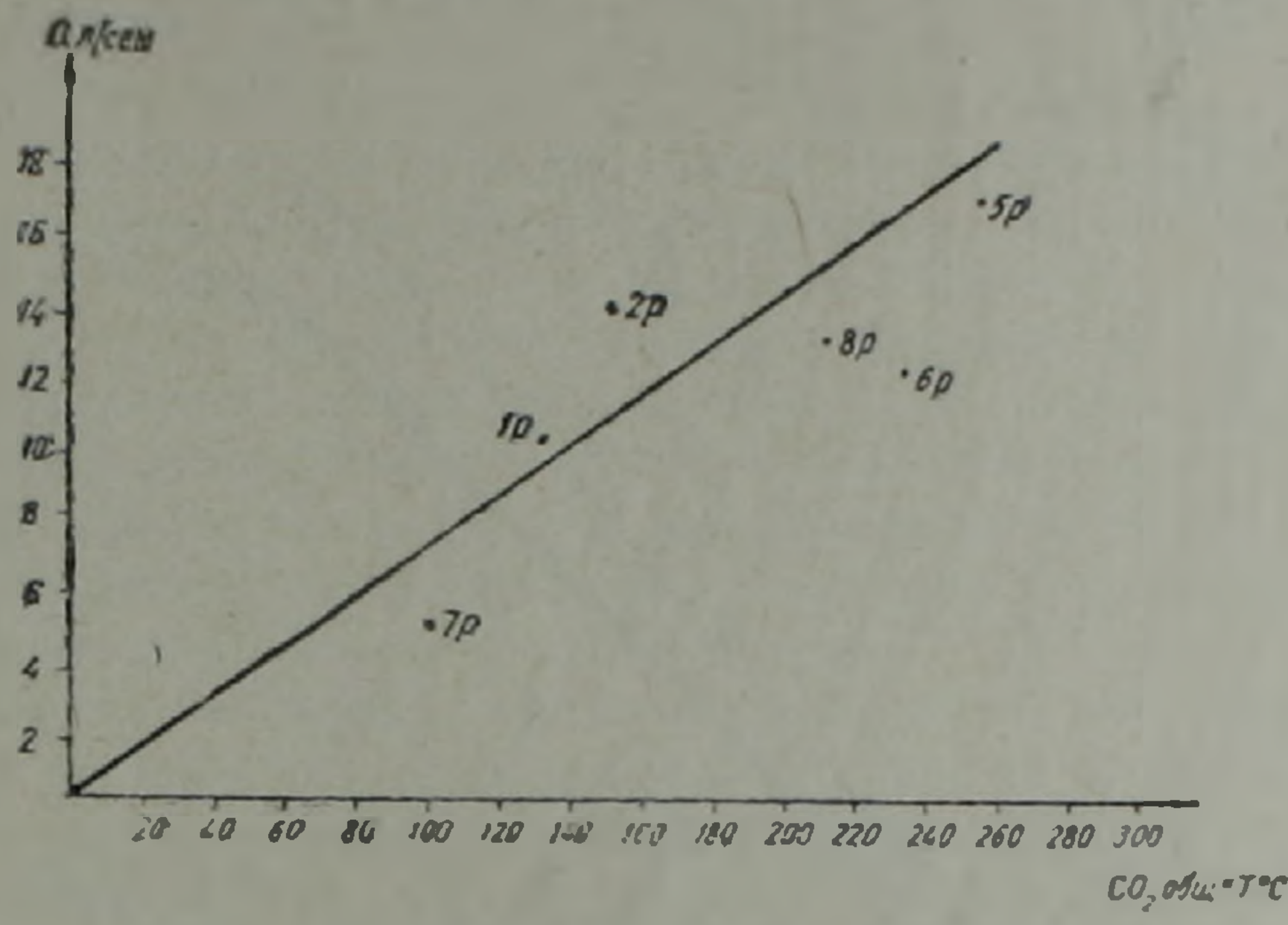


Рис. 4. Центральный участок Личкского месторождения углекислых термоминеральных вод. График зависимости газлифтного излива минеральной воды от условного коэффициента (CO_2 общ. x T°C). (Составил Р. Б. Ядоян)

№№ скв.	Q max л/сек	CO_2 общ. г/л	T воды °C	Услови. коэффиц. CO_2 общ. x T°C
1р	11,4	7,3	18	131.4
2р	14	7,2	21	151,2
5р	17	10	25,8	258
6р	12,0	9	26	234
7р	5,0	5,0	20	100
8р	12,5	9.30	24,5	222,25

Что касается минерализации углекислых вод, то в соответствии с рассмотренной выше гидродинамической схемой месторождения можно считать, что для верхних этажей разреза господствующим процессом является смешение восходящих из глубинных зон термальных углекислых растворов гидрокарбонатно-хлоридного натриево-магниевого состава с минерализацией более 8 *г/л* с пресными водами гидрокарбонатно-кальциевого состава с минерализацией до 0, 5 *г/л*. В пользу такого вывода свидетельствует также график А. Н. Огильви, построенный с ис-

пользованием данных по составу воды из различных скважин, отобранных в различные периоды времени (рис. 5).

Как следует из приведенного материала, рассматриваемое месторождение отличается значительной сложностью строения. Наличие наложенной впадины, глубокое залегание продуктивной водовыводящей структуры, мощные толщи осадочных образований, заполняющих депрессию и маскирующих гидрогеологически активное тектоническое нарушение, свидетельствуют о гидроинжекционном механизме локализации в разрезе высоконапорных термоминеральных вод. По типу очага разгрузки минеральных вод месторождение с наибольшей вероятностью мож-

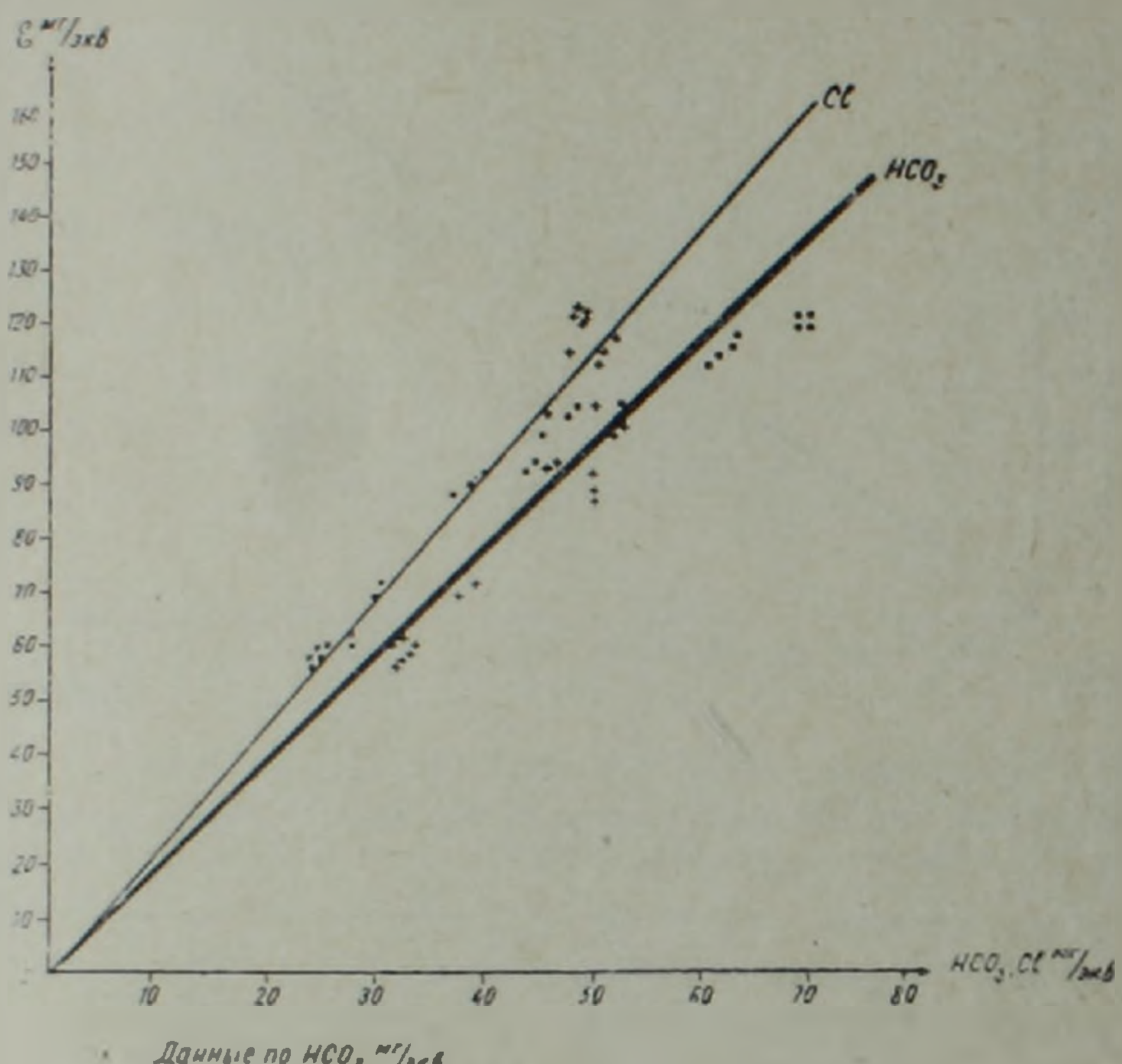


Рис. 5 Личкское месторождение углекислых вод. График смещения подземных вод (Составил Р. Б. Ядоян).

но отнести к приложенному типу. По имеющимся данным, продуктивным является северо-восточный шов впадины. Купол восходящих минеральных вод под действием напоров с юго-востока и запад-юго-запада вытянут на север-северо-восток. Следовательно, по ориентации очага разгрузки на участке имеется прибортовой подтип приложенного типа с комбинированным латеральным движением минеральных вод в горизонте-реципиенте.

Подсчет запасов минеральных вод центрального участка Личкского месторождения углекислых вод произведен по гидравлическому методу и утвержден ГКЗ СССР в количестве 2713 *м³/сут.* Ресурсы

месторождения не оценивались, однако можно предполагать, что утвержденные запасы далеки от полной характеристики возможностей месторождения.

Оценивая степень изученности месторождения, следует отметить, что ряд вопросов требует дальнейшей детализации и углубленного исследования. В частности, сейчас очевидна необходимость разведки восточного фланга месторождения, что потребовало бы специального объема бурения. Бурение таких скважин даст возможность полностью охарактеризовать как участок, так и месторождение в целом. При дальнейшем исследовании месторождения как для наращивания запасов, так и выявления высокотермальных разновидностей подземных вод (наличие которых в недрах месторождения неоспоримо), необходимо бурение скважин глубиной до 1000—1500 м. Для определения конкретных точек заложения скважин необходимо геофизическими работами оконтурить Личкский грабен, в особенности со стороны пос. Мартуни.

Северо-восточный шов этой впадины на юго-востоке участка принимает близширотное направление, а затем резко заворачивает на юг, получив близмеридиональное направление. По нашему мнению, это указывает на наличие зон нарушений, проходящих вдоль русел речек Кучай и Аргичи. Пересечение этих двух зон с основной, по всей вероятности, происходит западнее пос. Мартуни

Геофизические работы необходимо проводить по северо-восточному профилю, проходящему через предполагаемый узел пересечения двух разломов. Глубокие скважины следует заложить с расчетом пересечения подошвы Личкского грабена, где и можно ожидать подземные воды с наиболее высокими температурами.

В настоящее время, по имеющимся данным, продуктивным считается северо-восточный шов Личкского нарушения, но материалов, полностью отрицающих перспективность юго-западного крыла, нет.

Для представления о предполагаемых величинах значения термальных вод (или потоков) нужно исходить из следующего: в районе скважины 6-Р на глубине 260 м температура минеральной воды доходит до 28,4° С. Вода сюда поступает с глубины 1510 м. (около 500 м абсолютной отметки). Доказано непрерывное поступление и восполнение естественных ресурсов минеральных вод за счет глубинной составляющей.

При поисках высокотермальных вод в данном районе крайне важно также учесть вопрос о полной изоляции горизонтов напорных пресных вод, поступающих с Гегамских гор, которые намного занижают значение тепловых потоков.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 31.III.1980

Ռ. Բ. ՅԱԴՈՅԱՆ

ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ՎՐԱՏՐՎԱԾ ԻՋՎԱԾՔՆԵՐԸ ՈՐՊԵՍ ՋԵՐՄԱՆԱՀԱՆՔԱՅԻՆ ՋՐԵՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ ՀԵՌԱՆԿԱՐԱՅԻՆ ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՆԵՐ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Մալքալհոնային ռեգիոններում ամենատարածված տուրուկտուրային տիպերից են Հանդիսանում տեկտոնական վրադրված իջվածքները։

Տեկտոնական վրադրված իջվածքներում տեղի է ունենում երկու ջրատար՝ շերտային և երակա-ճեղքվածքային սիստեմների փոխադրնցություն, որի հետևանքով լատերալ ուղղությամբ շարժվող ջրերում ձևավորվում է հիդրոթերմալ (հիդրոքիմիական) գմբեթ, դրսևորելով ճնշումային ջրերի ներդրման մակերևույթը։

Ջերմահանքային ջրերի հայտնաբերման տեսակետից մանրակրկիտ ուսումնասիրման է արժանի Սևանի օռոտեկտոնական գոտին, որտեղ առանձնացվում են 22 հեռանկարային տեկտոնական վրադրված իջվածքներ։

Համեմատաբար լավ ուսումնասիրված տեկտոնական վրադրված իջվածքը՝ Լիճքի ածխաթթվային ջրերի հանքավայրն է։

R. B. YADOYAN

THE SUPERIMPOSED TECTONIC BASINS AS PERSPECTIVE STRUCTURES FOR DISCOVERING THERMOMINERAL WATERS

A b s t r a c t

The superimposed tectonic basins are one of the most specific and significant types of structures in fold-mountain regions. For the Minor Caucasus Sevan and Arpah-Vorotan basins zone extensive drainage systems are revealed where 22 superimposed depressions are mapped out being perspective for thermomineral waters search.

The Lichk depression is considered as the most studied one.

All the tectonic basins of the Sevan orotectonic zone as well as the other Minor Caucasus intermontane basins are subject to detailed study as highly perspective structures for revealing the thermomineral water resources of depth circulation with a temperature from 70°C to 90°C.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Асланян А. Т.* Региональная геология Армении. Изд. «Айпетрат», Ереван, 1958.
2. *Вартанян Г. С.* Месторождения углекислых вод горноскладчатых регионов. «Недра», М., 1977.

3. Геология Армянской ССР, т VIII «Гидрогеология» Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1974.
4. Геология Армянской ССР, т. IX «Минеральные воды». Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1969.
5. *Ядоян Р. Б., Ходжоян М. П., Симонян Д. Е.* Геохимия современных гидротерм Армянского вулканического нагорья. Тезисы докл. симпозиума «Современные минералообразующие растворы», Петропавловск-Камчатский, 1970.
6. *Ядоян Р. Б., Ходжоян М. П.* Гидротермальные ресурсы и пути их практического использования. Изучение и использование глубинного тепла Земли. «Наука», М., 1973.
7. *Ядоян Р. Б.* Некоторые вопросы современного состояния учения о месторождениях минеральных вод. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле. № 6, 1978.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, XXXIII, № 3, 65—69, 1980

УДК 550.8.03:556.3.550.8(479.25)

М. П. ХОДЖОЯН, Р. Г. АРУТЮНЯН, Л. М. БАГДАСАРЯН

ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТЕРМОМИНЕРАЛЬНЫХ ВОД АРМЯНСКОЙ ССР

В настоящей статье анализируются перспективы использования в народном хозяйстве Армянской ССР подземных термальных вод, а также приводится геолого-экономическая оценка некоторых известных месторождений гидротерм республики: Джермукского, Анкаванского, Арзаканского, Мартунинского, Сисианского.

За последнее время большое внимание уделяется поискам и использованию возобновляемых источников энергии, среди которых одно из главных мест занимает глубинное тепло Земли. Носителями этого тепла являются, в первую очередь, термальные подземные воды.

Народнохозяйственное использование ресурсов термальных вод — настоятельная задача сегодняшнего дня, о чем отмечено в решении Всесоюзной конференции «Народнохозяйственные и методические проблемы геотермии», состоявшейся в июне 1978 г. в городе Махачкале [1].

В настоящей статье анализируются перспективы промышленного освоения термоминеральных вод некоторых месторождений горноскладчатой области Армении, приуроченных, главным образом, к трещинно-жильным водонапорным системам. Рассматриваемые месторождения формируются в изверженных, метаморфических и осадочных (в основном карбонатных) породах эопалеозоя и мезо-кайнозоя, в узлах пересечения разнонаправленных тектонических нарушений, в сфере воздействия интрузивных тел. Месторождения характеризуются преимущественно восходящим движением сосредоточенных потоков по сложной системе открытых трещин. Разгрузка гидротерм осуществляется либо непосредственно на поверхность трещинных массивов (открытый вариант), либо в перекрывающий массивы чехол осадочных и вулканических образований в пределах внутригорных наложенных депрессий (закрытый, экранированный вариант).

Глубины вскрытия гидротерм на месторождениях варьируют от 50—100 до 500 и более метров. Температура вод при изливе на поверхность составляет 35—64°С, минерализация колеблется от 4—8 *г/л* (в жестких массивах) до 10—12 *г/л* (в осадочном чехле).

Расходы фонтанирующих скважин на месторождениях нередко достигают 20—25 *л/сек.*

Состав термальных вод обычно углекислый, гидрокарбонатно-хлоридный (хлоридно-гидрокарбонатный) и сульфатно-гидрокарбонатный, преимущественно натриевый.

Основными месторождениями гидротерм рассматриваемого типа являются Джермукское, Сисианское, Арзаканское, геолого-экономическая характеристика которых приводится ниже (табл. 1).

В основу расчетов положены принципы выделений промышленной значимости и относительной эффективности освоения месторождений термальных вод, разработанные Б. Ф. Маврицким и др. [2].

1. *Джермукское месторождение* расположено в верховьях ущелья р. Арпа и приурочено к зоне сочленения Аринокого и Джермукского разломов, пересекающих на данном участке контакт порфиритов с гранодиоритовыми интрузиями. Глубины скважин на месторождении изменяются от 30 до 259 *м*, при средней глубине 170 *м*. Основные притоки термальных вод вскрыты на глубинах от 5 до 159 *м*. Температура гидротерм на изливе колеблется от 33 до 62°С, при средней температуре 47.5°С.

Общая минерализация вод не превышает 5 *г/л*, содержание CO_2 (раств.) на поверхности составляет 0,5—0,6 *г/л*.

Эксплуатационные запасы джермукских терм, утвержденные ГКЗ СССР по категории «А», составляют 1468.8 *м³/сут*.

Указанному количеству термальных вод соответствует тепловой потенциал в размере 12,7 *Гкал/год*. Это количество тепла эквивалентно использованию 1954 *тыс. м³/год* природного газа, на сумму до 23,4 *тыс. руб*.

Согласно существующим нормам, джермукские воды могут быть использованы для организации парника площадью примерно до 8 *га*.

2. *Анкавинское месторождение* расположено в верховьях ущелья р. Мармарик и приурочено к зоне Анкаванского разлома, пересекающего контакт древних метаморфических сланцев и гранитоидных интрузий. Глубины скважин, пробуренных в зоне разлома, изменяются от 40 до 410 метров при средней глубине до 150 *м*. Основные водопритоки гидротерм вскрыты в интервалах 50—200, 300—400 *м*. Температура вод колеблется от 20 до 41°С; минерализация вод не превышает 8—10 *г/л*, содержание CO_2 (раств.) на поверхности составляет 1,0—1,3 *г/л*.

Эксплуатационные запасы анкаванских гидротерм, утвержденные ГКЗ СССР, по высоким категориям составляют 3637 *м³/сут*.

Принимая в расчет до 3110,4 *м³/сут* воды с температурой в среднем до 35°, на данном участке может быть получен тепловой потенциал до 20 *тыс. Гкал/год*, что сопоставимо с использованием 3061 *тыс. м³/год* природного газа на сумму 36,7 *тыс. руб./год*.

Ориентировочная площадь парника при использовании этих вод для обогрева составит до 15 *га*.

Мартунинское месторождение расположено на северо-восточном побережье оз. Севан и приурочено к озерно-речным и лавовым образованиям, заполняющим глубокую (более 1000 *м*) грабенообразную впадину.

Таблица 1

Основные гидрогеологические и технико-экономические показатели
по отдельным перспективным участкам (месторождениям)
термальных вод Армянской ССР

№№ п/п	Участки (месторождения) термальных вод	Средняя расчетная глубина скв., *м*	Минерализация, *г/л* (от-до)	Температура воды на устье °С от-до (в скобках средняя)	Расчетный дебит скважин: без учета взаимодействия-числитель, с учетом взаимодействия в водозаборе-знаменатель; *л/сек*	Годовое количество		Стоимость бурения скважины		Себестоимость добычи		Действующий тариф *руб/Гкал* (по аналогии с Кироваад. зоной)	Прибыль		Экономия топлива	
						добываемой воды тыс. *м³/год*, *л/сек*	снимаемого тепла *тыс. Гкал/год*	стоим. 1 *п. м. руб. м*	вся стоимость с учетом поправочного коэфф. на удорожание (К – 2,0) *т. руб.*	воды *коп/м³*	тепла *руб Гкал*		в расчете на 1 *Гкал руб/Гкал*, гр. 13, гр. 12	годовая прибыль *т. руб*, гр. 8, гр. 14	*тыс. м³/год*	тыс. рублей в год
1	Джермук	170	3,9—4,7	33—62 (47,5)	—/17	536,2	12,7	25	8,5	1,6	0 67	3,88	3,21	40,8	1954	23,4
2	Анкаван	150	4,3—7,4	30—40 (35)	—/36,1	1138,4	19,9	27	8,1	0,7	0,41	0,4	3,47	69,1	3061	36,7
3	Арзакан	250	8—10	36—52 (44)	—/8,1	252,2	5,5	32	16,0	6,3	2,91	0,4	0,97	5,3	846	10,1
4	Мартуни	500	10—12	40—52 (46)	30,6/—	946,1	21,8	40	40	4,2	1,83	0,4	2,05	44,7	3354	40,3
5	Сисиан	500	8—12	35—42 (37)	35,0/—	1103,8	20,4	36	36,0	3,3	1,76	0,4	2,12	43,2	3138	37,7
	Итого:	—	—	—	126,1	3976,7	80,3	—	108,6	—	—	0,4	—	203,1	12353	148,2

Основные притоки термальных вод на месторождении вскрыты в интервале 450—500 *м*. Температура вод на забое составляла до 52°С. Дебит скважин при фонтанировании достигал 1728 *м³/сут.* и более. Состав вод углекислый, гидрокарбонатно-хлоридный, натриевый с минерализацией до 10—12 *г/л.*

Если исходить из суммарного дебита двух поисковых скважин до 2592 *м³/сут.*, средней температуры воды до 46°С., то этим параметрам соответствует тепловой потенциал в размере 21,8 *Гкал/год*, который эквивалентен использованию 3354 *тыс. м³/год* газа на сумму 40 *тыс. рублей* в год.

4. *Сисианское месторождение* расположено в бассейне р. Воротан, в окрестностях города Сисиан, где приурочено к озерно-речным образованиям, заполняющим систему грабенообразных впадин.

Интервал вскрытия термальных вод двумя поисковыми скважинами составляет 410—500 *м*. Дебит скважин при фонтанировании колеблется от 864 до 2160 *м³/сут.* Температура вод на изливе 35—42°С. Состав вод углекислый, гидрокарбонатно-сульфатный, натриево-магниевый, с минерализацией 8—12 *г/л.*

Проведенные расчеты показали, что при суммарном дебите скважин до 3034 *м³/сут.*, средней температуре до 37° может быть получен тепловой потенциал в размере 20,4 *Гкал/год.* Этому потенциалу соответствует использование газа в количестве 3138 *тыс. м³/год* на сумму 37,7 *тыс. рублей* в год.

Указанное количество термальной воды может обеспечить парник площадью до 15 *га.*

Арзаканское месторождение расположено в бассейне среднего течения р. Раздан на территории одноименного села. В геоструктурном отношении месторождение приурочено к узлу сочленения Цахкуняцкого и Раздайского разломов, пересекающих контакт древних метаморфических сланцев с интрузией гранитов. Глубины вскрытия притоков термальных вод на месторождении составляют 100—250, 350—480 *м*. Дебит скважин при фонтанировании составляет до 432 *м³/сут.* Температура вод на изливе колеблется от 36 до 52°. Состав вод гидрокарбонатно-натриевый, минерализация до 8 *г/л.*

Эксплуатационные запасы арзаканских терм, утвержденные ТЗК по высоким категориям, составляют 725,7 *м³/сут.* С учетом этого количества при средней температуре вод 44°С может быть получен тепловой потенциал до 5,5 *Гкал/год*, который эквивалентен расходу газа до 886 *тыс. м³/год* на общую стоимость до 10,1 *тыс. рублей* в год.

В сводной таблице приведены основные гидрогеотермические и технико-экономические показатели по указанным месторождениям.

Управление геологии Армянской ССР

Поступила 3.III.1980.

Մ. Պ. ԽՈԶՈՅԱՆ, Ռ. Գ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Լ. Մ. ԲԱՂԴԱՍԱՐՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՋԵՐՄԱՆԱՀԱՆՔԱՅԻՆ ՋՐԵՐԻ ՄԻ ՔԱՆԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ–ՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ԳՆԱՀԱՏԱԿԱՆԸ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Հոդվածում Հայկական ՍՍՀ երկրաբանական պայմանների հիման վրա վերլուծվում են Հայկական ՍՍՀ ժողովրդական տնտեսության մեջ ստորերկրյա տաք ջրերի օգտագործման հեռանկարները։ Որպես օրինակ տրված է Ջանքավանի և Ջերմուկի հայտնի, ինչպես նաև Արզականի, Մարտունու և Սիսիանի հանքավայրերի երկրաբանա-տնտեսական գնահատականը։

Ինչպես վկայում են ստացված տվյալները, վերոհիշյալ հանքավայրերից կարող է ստացվել մինչև 3977 մ³/տարի տաք ջուր՝ 3,9 մինչև 12 գ/լ հանքայնացմամբ և արտահոսման ժամանակ 33-ից մինչև 62° ջերմաստիճանով։

Ջրի այդ քանակությունից ստացվելիք ջերմային պոտենցիալը համապատասխանում է մինչև 12353 հազար մ³/տարի բնական գազին՝ տարեկան 148,2 հազար ռուբլի գումարի արժեքով։

M. P. KHODJOYAN, R. G. HARUTIUNIAN, L. M. BAGHDASARIAN

GEOLOGICAL-ECONOMICAL ESTIMATION OF THE ARMENIAN SSR SOME THERMOMINERAL WATER DEPOSITS

A b s t r a c t

The utilization perspectives of the Armenian SSR subterranean thermal waters in the national economy are analysed in this report. The geological-economical estimation of Djermuk, Hankavan, Arzakan, Martuni and Sisian hydrothermal deposits is made.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Народнохозяйственные и методические проблемы геотермии. Тезисы докладов. Махачкала. 1978.
2. Ресурсы термальных вод СССР. «Недра». М., 1975.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, XXXIII, № 3, 70—76, 1980

УДК 553.7(479.25)

Э. С. ХАЛАТЯН

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД АРМЯНСКОЙ ССР

Охарактеризованы основные группы минеральных вод Армянской ССР, приведены сведения по розливу и рекомендации по комплексному использованию минеральных вод республики.

Ценные исследования минеральных вод Армянской ССР проведены многими научно-исследовательскими и производственными организациями, часть которых опубликована [1—10, 12, 13]. Имевшийся к началу 70-х годов материал обобщен в т. IX «Геология Армянской ССР», составленном в основном по данным описаний А. П. Демехина.

А. Т. Асланяном в пределах Армянской ССР выделено три оротектонических пояса:

1) Антикавказский, включающий Прикуринскую мегасинклинальную и Алавердскую мегантиклинальную тектонические зоны;

2) Севанский, состоящий из мегасинклинальной осевой Присеванской зоны, Ахтинской мегантиклинальной зоны, в которые на юге вклинивается Кафанская моноклинальная зона,

3) Араксинский, включающий Приараксинскую мегантиклинальную и Ереванскую мегасинклинальную зоны.

Большая часть выходов минеральных источников республики, в том числе и термальных, выявлена в Севанском оротектоническом поясе, где сосредоточены и основные группы курортов и заводов по розливу минеральных вод.

Пределы колебаний температур, общей минерализации и других гидрогеохимических показателей согласуются с этим трехчленным подразделением Армении (рис. 1) [1, 3, 4, 6, 11, 12].

Большинство выходов термальных вод, как и очаги с аномально высокими значениями тепловых потоков, связано с новейшими вулканическими очагами, с молодыми интрузиями, кристаллическим фундаментом и тяготеет к глубинным разломам и их ответвлениям. Нельзя обойти вниманием также разложение органического вещества, сульфидов и углекислотное разложение некоторых породообразующих минералов, что также способствует росту температуры. Последняя колеблется в широком интервале—от 4° (Гридзор) до 64° (Джермук), 83° (Карз-

Кала). Термальные и субтермальные воды можно использовать для обогрева парникового грунта, поливочных нужд и других целей.

В общем балансе подземных вод Армянской ССР, насчитывающем 140 *м*³/*сек*, суммарный дебит всех минеральных и термальных вод составляет всего 0,8%. Величина эта приходится на долю более 700 групповых и единичных выходов минеральных вод.

В Армении известны аналоги всемирно прославленных минеральных вод: Карловы Вары (термы Джермука, холодные Мегрут, Арпи и др.),

Рис. 1. Схематическая карта выходов минеральных вод Армянской ССР: 1) Гидрокарбонатные натриевые; 2) гидрокарбонатные кальциевые и кальциево-магниевые; 3) гидрокарбонатные хлоридные натриевые; 4) гидрокарбонатные сульфатные натриевые; 5) гидрокарбонатные натриево-кальциевые; 6) гидрокарбонатно-хлоридные натриевые; 7) гидрокарбонатно-сульфатные натриево-кальциевые; 8) смешанного состава; 9) сульфатные, редкие для Армении; 10) термальные источники; 11) субтермальные источники.

Эксплуатируемые источники выделены крупно.

Боржоми и Виши (Дилижан, Арзакан, Бжни), Ессентуки (Анкаван, Личк, Мартуни), Кисловодск (Татев, Арагац), Цхалтубо (Арарат и Фиолетово). Аналогами доломитового нарзана является ряд углекислых вод Араратского и Иджеванского районов. Воды Зоден-Антаунс, Киссинген, Вистбаден, Наугейм, Зельтер и Роя имеют армянские аналоги—Арзни, Гюмуш, Авазан, Птгни, Раздан, Двин, Азатаван, Норашен и другие.

Наибольшую популярность в Союзе и за его пределами имеют Арзни и Джермук, на базе которых созданы здравницы всесоюзного значения, а также ведомственные пансионаты. Коечный фонд, а также розлив минеральных вод Арзни и Джермук можно значительно расширить. Большое будущее ожидает и Анкаванское месторождение соляно-щелочных вод, на базе которых пока, к сожалению, действует курорт с незначительным коечным фондом (65 для взрослых и 30 для детей), в то время как это одни из многодебитных армянских источников по утвержденным в ГКЗ СССР запасам.

Анкаван имеет широко известные аналоги: Ессентуки № 17 и 4, Дзау-Суар (Джава), Малка (Камчатка), Соймы (Закарпатье), Лугачевице (Чехословакия), источники в долине р. Куры у Вардзии и др.

По плану в 1980 году намечен розлив всего 9 *млн.* бутылок воды «Анкаван». Кстати, отметим, что курорт функционирует не круглогодично, в то время как по утвержденным в ГКЗ СССР запасам—3,957 *тыс м³/сутки*—является одним из перспективнейших месторождений Союза в целом.

В пределах Арзаканского гидрогеологического массива выявлены арзакан-бжнинские субтермальные источники, которые розливаются и применяются в бальнеологии (пансионат завода им. Кирова в Агвере-не). Эти воды имеют такие аналоги, как Сираб (Нахич. АССР), Виши (Франция), Криница (Польша), Билина (Чехословакия) и другие.

Большая часть минеральных источников Армении относится к углекислым (сульфидные и азотно-углекислые источники встречаются значительно реже). Сульфидные источники не нашли пока практического применения, а азотно-углекислые только араратские (не розливные) применяются для бальнеологических нужд в профилактории Араратского цементно-шиферного завода и в открытом бассейне поселка Арарат. Вода эта является аналогом Цхалтубо и по бальнеологическим свойствам близка к гидрокарбонатным кальциевым источникам Вильдунгена.

Все минеральные источники Армянской ССР, нашедшие практическое применение в бальнеологии, в розливных целях, относятся к углекислым, с разнообразным химическим составом.

По результатам гидрогеологических работ, проведенных Управлением геологии Армянской ССР, а также трестом «Союзгеокаптажминвод», в ГКЗ СССР утверждены следующие цифры по отдельным месторождениям углекислых вод (в *тыс. кубов* в сутки):

Арзни (1967, представлено «Союзгеокаптажминвод»)—1,646 (все по категории А);

Джермук (1967)—1,469 (все по категории А);

Анкаван (1967)—3,957 (А—1,382; В—2,471; С—0,104);

Бжни (1971)—0,898 (все по категории В);

Личк (1972)—3,403 (А—1,382; В—1,330 и С—0,691);

Севан (1972)—2,807 (В—1,710 и С—1,097);

Веди[1] (Борот-Ахпюрское, 1973)—0,725 (А—0,618, В—0,107);
Мегрутское[2] (Кироваканский район, 1975)—1,937 (А—0,916 и С—1,021);
Арпи (1978)—0,432 (все по категории В);
Арзакан (1978)—0,727 (все по категории В).

Таким образом, всего по данным на 1 января 1980 года утвержденные в ГКЗ СССР цифры по всем месторождениям углекислых вод составляют 18,01 *тыс. м³/сутки*.

На заводах розливаются следующие минеральные воды: Джермук, Арзни, Бжни, Анкаван, Личк, Севан, Арарат, Дилижан, Лори, Арпи. Всего в Армянской ССР розливается десять видов минеральной воды. Динамика розлива по годам за 5—6 лет представлена в таблице 1 (с 1975 по 1980 гг.).

Отсутствие стеклотары ограничивает розлив минеральных вод в Армянской ССР. Сырьем для производства стеклотары могут служить кварциты, пемзовые пески, обсидианы и перлиты, запасы которых в Армении значительны. Опытные работы показали возможность получения кондиционной стеклотары, могущей найти промышленное применение на розливных заводах республики. Следует расширить Арзнинский стеклотарный завод на базе местного перлитового сырья. Разведанные запасы кварцитов имеются в районе курорта Джермук, а также в Октемберянском районе подсчитаны запасы пемзовых песков крупного вулкана Артени. В связи со строительством железной дороги Ахтафа-Ереван приобретают определенный интерес также кварциты юрского возраста в Иджеванском районе, у с. Лусадзор.

В целях увеличения производства стеклотары желательно близ розливных заводов или близ железной дороги Лусадзор (кварциты) начать строительство заводов по производству стеклянной тары на базе Арзни (Абовянский и Разданский районы). В Октемберянском районе, в массиве крупного вулкана Артени, подсчитаны запасы пемзовых песков, которые можно использовать для производства тарного стекла. На базе кварцитов близ курорта Джермук и кварцитов эртического горизонта (пограничные слои девона-карбона) у поселка Арарат также можно увеличить производство тарного стекла, что позволит расширить розлив новых видов минеральных вод, а также расширить старые розливные заводы.

По мнению ряда курортологов, интерес представляют залежи торфа и грязей, прилегающих к выходам минеральных вод. В настоящее время в Армении выявлено 83 торфяника, а по 17 месторождениям подсчитаны запасы в 2, 38 *млн.т*. Главнейшие из них следующие: Апаранское (Чили-Гёл), Ахурянское (Мармрашен), Гугарское (Фиолетовское), в Калининском районе известны Дзорагет, Дзорагетская группа

---

[1] Розливная минеральная вода «Арарат».
[2] Розливная минеральная вода «Лори».

Таблица 1

Розлив минеральных вод Армянской ССР (в *млн.* бутылок)

Наименование воды	1975 год		1976 год		1977 год		1978 год		1979 год		1980 год
	план	отчет	план	отчет	план	отчет	план	отчет	план	отчет	план
Минводы, всего	200	200,4	220,5	214,2	273	244,1	264	261,38	309	282,05	335
В том числе:											
„Арзни"	51	44,4	44,5	38,7	42,8	37,04	39,5	34,48	56	41,8	70
„Джермук"	44	44,6	41,0	47,0	45	46,4	45	45,04	45	45,25	46
„Бжни"	30	32,5	32,0	31,1	77,3	55,38	80,8	80,56	89	87,57	95
„Севан"	19	19,1	20,3	20,4	20,5	21,3	21,15	17,88	20	14,28	20
„Личк"	17	16,76	22,5	16,0	20,5	11,78	19	16,58	20	17,8	21
„Арарат"	14,3	19,5	30,2	34,9	36,73	40,78	39,7	43	42	44,68	43
„Дилижан"	8,2	8,4	8,5	8,6	9,55	9,78	10,2	10	10,5	10,55	11
„Анкаван"	8	5,5	7,0	3,6	8,0	5,27	7,5	6,0	8,5	8,1	9
„Арни"	8	8,67	8,5	8,6	8,6	9,63	10,15	11,07	15	11,73	16
„Лори"	0,5	0,99	3,0	2,3	4,0	3,72	2	1,57	3	0,24	4

и Шахназарское, а в Мартунинском—высокшее Цовинарское (эксплуатируется только Гилли в Варденисском районе).

В республике выявлено 115 залежей грязи. Озерная грязь обнаружена у с. Кущи, в Вайке при проходке тоннеля Арпа-Севан, в Ахурянском и других районах. Торф и озерная грязь могут шире применяться в лечебных учреждениях и не обязательно только на курортах или Институте курортологии и физиотерапии в Ереване, а и в районных бальнеолечебницах

Рядом с завоевавшими популярность курортами известны многочисленные выходы углекислых вод. Только в Вайке обследовано около 150 выходов углекислых вод, однако здесь кроме Джермука нет лечебных учреждений, которые применяли бы широко известные аналоги типа Ессентуков (Саят-Нова, Горбатех, Ехегис и многие другие). Аналогичная картина характерна не только для Вайка, но и для Зангезура, где недостаточно широко используются многодебитные татевские и мегригетские источники.

В среднегорных условиях Иджеванского и Шамшадинского районов также известны аналоги кисловодского доломитового нарзана, которые пока изучены недостаточно.

Необходимо проведение режимных гидрогеологических наблюдений с опробованием широкого набора микрокомпонентов, включая, естественно, и токсические, так как даже для розливных вод (Арзни, Бжни) были зафиксированы отклонения от стандартов по величинам общей минерализации, хлору, мышьяку и др.

Выявленные в Армении бороносно-редкощелочнометальные воды используются только в бальнеологических целях, а из них непосредственно перед сливом можно извлекать ценные микрокомпоненты (Азатаван, Анкаван, Ехегис, Горбатех и др.), применяя для этой цели иониты. [14].

В дальнейшем необходимо расширение исследований по увеличению набора определяемых микрокомпонентов, с обязательным определением токсических элементов, проведение изотопных исследований, усиление и углубление физико-химических исследований, включая изучение газов и органических веществ.

Необходимо комплексное изучение и использование гидроминеральных богатств Армянской ССР с проведением поэтапных поисковых, геологоразведочных работ, соблюдая установленный порядок эксплуатации минеральных вод и охраны их от загрязнений, запретив применение ядохимикатов и химических удобрений в зонах санитарной охраны.

Природные курортные ресурсы Армении—одно из ценнейших достояний, которое необходимо использовать рационально, экономно, соблюдая все требования эксплуатации, необходимые для охраны окружающей среды.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 17.IV 1980.

Է. Ս. ԽԱԼԱԹՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՋՐԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՎԻՃԱԿԸ ԵՎ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Հոդվածում բնութագրված են Հայկական ՍՍՀ հանքային ջրերի հիմնական խմբերը։ Բերված են հանքային ջրերի լցաթաշխման մասին տեղեկություններ, ինչպես նաև հանձնարարականներ դրանց բազմակողմանի օգտագործման վերաբերյալ։

E. S. KHALATIAN

THE STUDIEDNESS STATE AND UTILIZATION PERSPECTIVES OF THE ARMENIAN SSR MINERAL WATERS

Abstract

The Armenian SSR mineral waters general groups are characterized in this report. The information on bottling is brought and the recommendations on the complex utilization of mineral waters are made.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аветисянц А. А., Макаренко Ф. А., Сергеенко С. И.* Тепловой поток в Закавказье. ДАН СССР, т. 222. № 3, 1975.
2. *Агаджанян Г. И., Топчян Ж. С.* Курорты и курортные местности Армении. «Айпетрат», Ереван, 1968.
3. *Ананян А. Л., Асланян А. Т., Мартиросян А. А.* Состояние и пути изучения термальных вод на территории Армянской ССР. Тр. II Всесоюзного совещания по геотермическим исследованиям в СССР, 1967.
4. *Асланян А. Т.* Региональная геология Армении. «Айпетрат», Ереван, 1958
5. *Асланян А Т.* Некоторые вопросы изучения и использования подземного тепла в Армянской ССР. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 5, 1979.
6. *Демехин А. П.* Минеральные воды бассейна р. Арпа. Изд. АН Арм.ССР, Ереван. 1958.
7. *Долуханова Н. И., Толстихин Н. И.* Схема структурно-гидрогеологического районирования Армянской ССР. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 5—6, 1967.
8. *Долуханова Н. И., Халатян Э. С.* Музей минеральных вод. «Природа», № 9, 1968.
9. Геология Армянской ССР, т. IX, Изд. АН Арм.ССР, 1969.
10. Геология Армянской ССР, т. VIII. Изд. АН Арм.ССР, 1974.
11. *Мириджинян Р. Т.* О природе аномального повышенного геотермического поля Центрального района Армянской ССР и вопросы его сейсмичности. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, т. 27, № 6, 1974.
12. *Халатян Э. С.* Особенности гидрогеологии и гидрогеохимии Армянской ССР в связи с распределением некоторых микрокомпонентов в минеральных водах. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 5, 1973.
13. *Халатян Э. С., Карапетян К. И.* Влияние магматизма на формирование углекислых минеральных вод Айоцдзора. В кн. «Вулканизм и формирование минеральных месторождений в Альпийской геосинклинальной зоне (Карпаты, Крым, Кавказ). «Наука», Новосибирск, 1973.
14. *Халатян Э. С., Арутюнова М. Н.* О возможности сорбционного извлечения редких щелочных металлов из термальных вод Малого Кавказа. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 1, 1978.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, XXXIII, № 3, 76—80, 1980

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ В АРМЯНСКОЙ ССР

(II-ое выездное заседание подсекции геотермальной энергетики ГКНТ СССР в г. Ереване)

Отсутствие в Армянской ССР выявленных промышленных запасов ископаемых и ядерного горючих и ограниченность гидроэнергетических ресурсов выдвигают целое научно-техническое направление в проблеме создания в республике собственной энергетической базы. Территория Армении, являясь областью молодого вулканизма, признается одним из наиболее перспективных районов Союза для создания и развития геотермальной теплоэнергетики на базе использования энергии глубинного тепла Земли, запасы которого представляются многообещающими.

Достигнутые в последние годы успехи в освоении геотермальной энергии в СССР и за рубежом, успешное осуществление в 1977 году геотермального научного проекта Лос-Аламосской (США) лабораторией эксперимента по созданию искусственной гидрогеотехнологической системы для извлечения глубинного тепла из горных массивов открывают новый этап в проблеме промышленного освоения геотермальной энергии.

Подсекция геотермальной энергетики Научного совета по проблеме «Энергетика и электрификация» Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике провела 11—12 мая 1979 года в г. Ереване II-е расширенное выездное заседание, организованное Энергостроительной секцией Армянского НТО энергетики и электротехнической промышленности совместно с Институтом геологических наук АН Армянской ССР по теме: «Методические и организационные проблемы использования геотермальной энергии в Армянской ССР».

В работе заседания приняли участие 62 представителя научных, проектных, производственных организаций, ВУЗ-ов, министерств из 12 городов страны, в том числе члены Подсекции геотермальной энергетики, представители ГКНТ СМ СССР, ВНИИКТЭП СССР, Московского энергетического института имени Г. М. Кржижановского, Ленинградского горного института имени Г. В. Плеханова, Института технической теплофизики АН УССР, Новосибирского отделения института «Теплоэнергопроект», Сев. Кавк. НИИГаза, Дагестанского НПОЭнергетики, Северо-Кавказского промыслового управления по использова-

нию тепла Земли, Института геохимии АН СССР, Госплана Арм.ССР, ИГН АН Арм.ССР, Управления геологии Армянской ССР, АрмНИИЭ, Ереванского государственного университета, Института геофизики и инженерной сейсмологии АН Арм.ССР и др.

Заседание открыл вступительным словом заместитель председателя Госплана Армянской ССР С. Х. Оганян, который отметил, что задача выездного заседания Подсекции ГКНТ—оценить реальные перспективы создания в Армении на ближайшие 8—10 лет геотермальной энергетики и наметить на этой основе стратегическую линию вовлечения в топливно-энергетический баланс республики энергии глубинного тепла.

На заседании были заслушаны и обсуждены 12 докладов и сообщения, большинство которых публикуется в настоящем номере журнала в виде отдельных статей. В них подытожены результаты исследований, проделанных за последние годы. Некоторые доклады по различным причинам не вошли в настоящий номер:

1. Аладьев И. Т.—«Анализ возможности строительства крупных геоТЭС нового типа в Европейской части СССР».

2. Аветисяц А. А.—«Состояние и перспективы дальнейшего изучения теплового потока недр Армении и сопредельных районов».

3. Андрианов Н. И.—«Перспективы развития НИР по освоению геотермальной энергии в 1981—1985 гг.» (сообщение)

4. Хельквист В. Г.—«О ходе подготовки и основных положениях проекта постановления СМ СССР «Об организации широкого использования глубинного тепла Земли в народном хозяйстве» (сообщение).

В докладе председателя Подсекции д. т. н., профессора И. Т. Аладьева (ЭНИН) был дан анализ возможности строительства крупных геоТЭС в Европейской части СССР. Разведанные к настоящему времени термоаномальные площади позволяют наметить к 2000-му году создание 20—30 геоТЭС суммарной мощностью 15—20 тысяч *МВт*, что составит небольшую долю от общей потребности в электроэнергии.

В докладе члена-корреспондента АН Армянской ССР А. Т. Асланяна (ИГН АН Арм.ССР) «Некоторые вопросы изучения и использования подземного тепла в Армянской ССР»[1] главное внимание было уделено поискам магматических резервуаров в областях молодого вулканизма Армянского нагорья с привлечением геофизических методов разведки.

В докладе «Возможные петрогеотермические ресурсы новейшего вулканического пояса Армянской ССР» К. Г. Ширинян (ИГН АН Арм. ССР) доказал вероятность наличия в недрах Армении на глубинах 2—5 км магматических очагов с большими тепловыми запасами, представляющими наиболее продуктивные геотермические месторождения, для обнаружения которых потребуется проведение комплексных гео-

[1] См. «Известия Академии наук Армянской ССР, Науки о Земле», № 5, 1979.

физических исследований посредством сейсмопросвечивания и электрического зондирования корней вулканов.

В докладе Ю. М. Парийского (ЛГИ им. Г. В. Плеханова) «Научно-технические предпосылки и мировой опыт освоения петрогеотермальных ресурсов» была освещена надежность и экономическая эффективность использования глубинного тепла на базе создания циркуляционных систем извлечения тепловой энергии перегретых горных породных массивов.

Был заслушан доклад Э. И. Богуславского, Т. А. Тарабариновой, Р. С. Малхазяна (Проблемная НИЛ горной теплофизики ЛГИ им. Г. В. Плеханова, АрмНИИЭ) «Оценка петрогеотермальных ресурсов и масштабы их освоения в Армянской ССР». В результате проведенных исследований выделены экономические районы с предварительным подсчетом петрогеотермальных ресурсов.

В докладе А. А. Аветисяна (Сев. Кавк. промысловое управление по использованию тепла Земли) «Состояние и перспективы дальнейшего изучения теплового потока недр Армении и сопредельных районов» были приведены результаты определений теплового потока тектонических зон Армении, зависимость распределения величин плотности тепловых потоков от особенностей геологического строения недр. На основе имеющихся гидрогеотермических материалов (А. Т. Асланян, А. Л. Ананян) из собственных наблюдений и исследований выделены районы, перспективные для поисков и использования глубинного тепла Земли в Армении. Кроме того увязаны закономерности теплового потока на территории Армении с прилегающими районами Грузии и Азербайджана, дана оценка потерь за счет кондуктивного и конвективного теплопереноса по территории Армении.

Р. С. Малхазян (АрмНИИЭ) в докладе «Предпосылки создания геотермоэнергетической базы в Армянской ССР» отметил, что имеющиеся в настоящее время предпосылки позволяют создать научно-обоснованные прогнозы на развитие в обозримой перспективе геотермальной теплоэнергетики в Армении. Эти прогнозы призваны быть основополагающим началом при составлении плана на XI пятилетку, увязанным с последующими этапами планирования ТЭБ республики на 1990—2000 гг. Выдвинута была необходимость ускоренного и широкого проведения по долгосрочной единой программе комплекса поисково-разведочных, научно-исследовательских и опытно-промышленных работ по освоению в Армении геотермальной энергии с тем, чтобы к концу XI пятилетия быть готовым к созданию в республике собственной геоэнергетической базы.

В сообщении Н. Н. Андрианова (ГКНТ СССР) «Перспективы развития НИР по освоению геотермальной энергии в 1981—1985 гг.» отмечено было нахождение в стадии завершения подготовки технической документации для развития работ по созданию опытно-промышленных систем извлечения глубинного тепла Земли на юге Европейской части СССР (Дагестан, Ставрополь, Закарпатье), строительство мощных

геоТЭС на Камчатке и разворачиванию в XI пятилетии поисково-разведочных работ по освоению глубинного тепла в Западной Сибири, Средней Азии, Армении и Казахстане. Было отмечено также, что современные темпы по освоению глубинного тепла не обеспечивают развитие в Армянской ССР геотермальной энергетики на перспективу.

В докладе М. П. Ходжояна, Р. Г. Арутюняна, Л. М. Багдасаряна (Управление геологии Арм. ССР) освещены закономерности размещения и геолого-экономическая оценка месторождений термальных вод Армянской ССР.

В докладе Р. Б. Ядояна (ИГН АН Арм. ССР) рассматриваются наложенные тектонические впадины как перспективные структуры для выявления термоминеральных вод.

В сообщении В. Г. Хельквиста (ВНИИКТЭП Госплана СССР) «О ходе подготовки и основных положениях проекта постановления СМ СССР» «Об организации широкого использования глубинного тепла Земли в народном хозяйстве» было отмечено, что в ряде экономических районов страны (Северо-Кавказского, Средне-Азиатского, Казахского, Дальневосточного и др.) предусматривается значительно расширить проведение работ по комплексному использованию термальных вод в коммунально-бытовом теплоснабжении и в сельском хозяйстве.

В результате обсуждения заслушанных докладов заседание Подсекции ГКНТ приняло решение, в котором отмечено:

Интенсивное проявление четвертичного вулканизма, наличие молодых интрузий, многочисленные выходы термальных вод, наличие устьевых температур 90—100° свидетельствуют о перспективности территории Армянской ССР по геотермальным ресурсам, пригодным для использования в топливно-энергетическом балансе республики. Большой интерес представляют периферические очаги вулканов, как источники тепловой энергии недр. Наиболее благоприятные геолого-геотермические условия связаны с центральной зоной вулканического нагорья Армении.

Планирование развития топливно-энергетического комплекса Армении базируеся на привозном органическом и ядерном топливе. Гидроэнергетические ресурсы республики практически исчерпаны. В этих условиях проблема освоения геотермальной энергии для целей теплоэлектроснабжения является весьма актуальной. Решение этой проблемы будет способствовать созданию собственной топливно-энергетической базы Армянской ССР.

В настоящее время вопросам целенаправленных геотермических исследований в республике не придается должного значения. Выполняемые объемы поисково-разведочных работ не обеспечивают получения информации, необходимой для планирования развития геотермальной энергетики.

Учитывая исключительное народно-хозяйственное значение вовлечения геотермальной энергии в топливно-энергетический баланс Армян-

ской ССР, расширенное выездное заседание Подсекции ГКНТ постановило:

1. Рекомендовать Госплану Армянской ССР:

а) разработать в 1979 году долгосрочную комплексную программу работ по освоению геотермальных ресурсов Армении, в том числе по использованию их для крупных систем централизованного тепло-электроснабжения.

б) предусмотреть проведение в XI пятилетке комплекса разведочных работ для выбора перспективного участка строительства геотермальной станции и разработки технико-экономического доклада о целесообразности ее создания.

2. Рекомендовать АН Армянской ССР и Управлению геологии Армянской ССР выполнить в 1980 году прогнозную оценку ресурсов тепловой энергии промежуточных магматических очагов вулкана Арагац и провести комплекс геофизических исследований для обоснования бурения одной—двух параметрических скважин.

3. Рекомендовать Мингазпрому СССР создать в республике специализированную организацию по использованию глубинного тепла.

4. Просить ЭНИН имени Г. М. Кржижановского, ТЭП, ЛГИ имени Г. В. Плеханова, ИТТФ АН УССР, АрмНИИЭ, СевКавНИИГаз, ВСЕГИНГЕО, ВНИИКТЭП принять участие в выполнении комплексной программы работ по освоению геотермальных ресурсов Армении.

5. Рекомендовать Совету Министров Армянокой ССР создать в Армении Межведомственный координационный совет по освоению геотермальных ресурсов.

6. Рекомендовать Госплану Армянокой ССР и АН Армянской ССР разработать и представить в ГКНТ СССР программу освоения геотермальных ресурсов Армении для включения в Долгосрочную целевую программу по геотермальной энергетике.

7. Просить АН Армянской ССР опубликовать доклады, прочитанные на заседании подсекции.

Мы считаем, что проведенное в г. Ереване выездное расширенное заседание Подсекции геотермальной энергетики ГКНТ СССР сыграло весьма положительную роль, и практические рекомендации Подсекции должны быть положены в основу разработки долгосрочной комплексной программы работ по максимальному вовлечению геотермальной энергии в топливно-энергетический баланс Армянской ССР, включая в эту программу обоснованные пути решения научно-технических и организационно-хозяйственных проблем создания в обозримой перспективе геотермоэнергетической базы в республике.

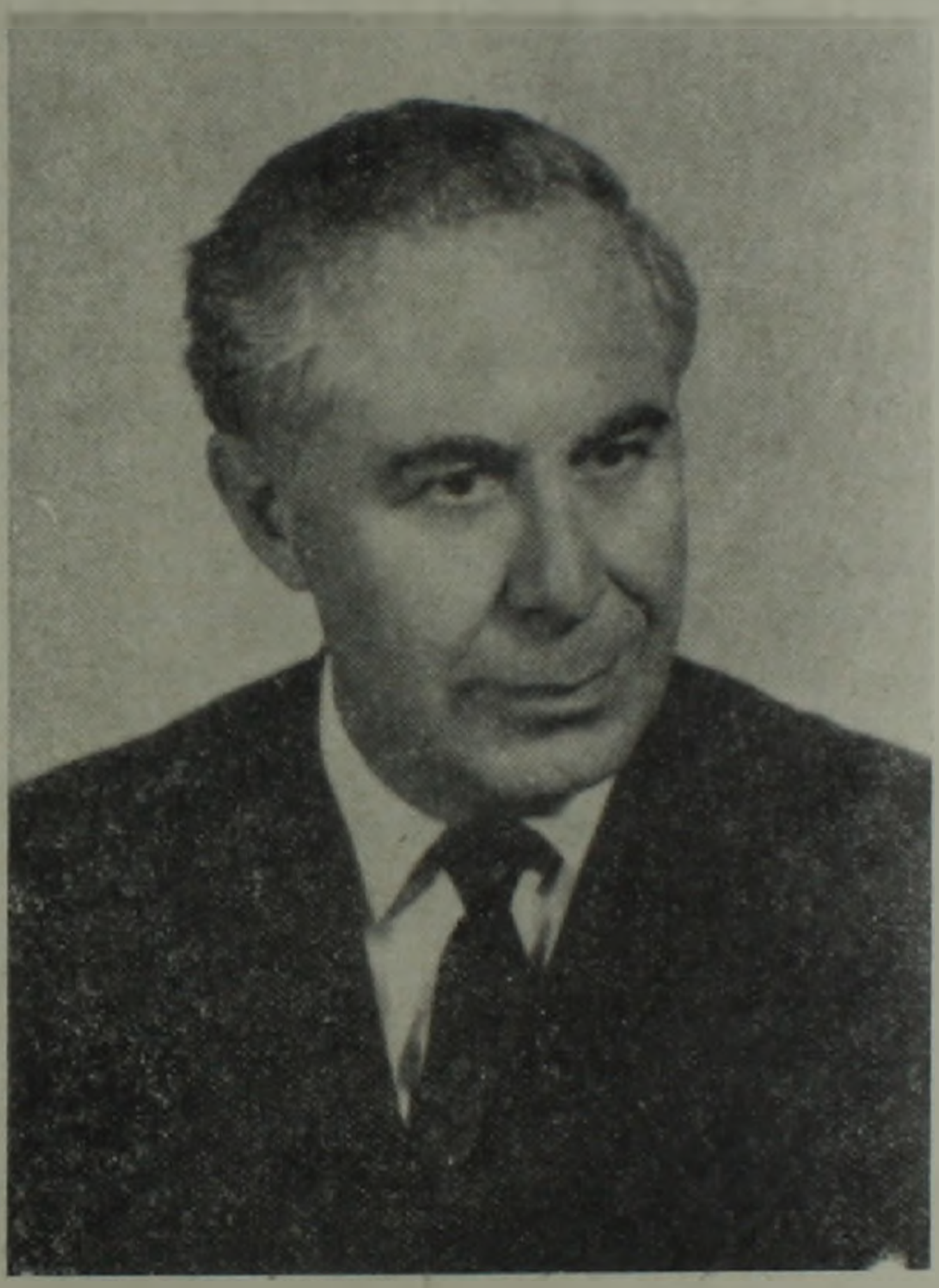
Р. С. МАЛХАЗЯН.

Известия АН Армянской ССР. Науки о Земле. XXXIII. № 3. 82—86. 1980

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

ЭДУАРД АБЕЛОВИЧ ХАЧАТУРЯН
(к 60-летию со дня рождения)

Хачатуряну Эдуарду Абеловичу—доктору геолого-минералогических наук, профессору, заведующему отделом полезных ископаемых Института геологических наук Академии наук Армянской ССР исполнилось шестьдесят лет.



Э. А. Хачатурян родился в 1920 г. в гор. Тбилиси в семье ремесленника. В 1927 г. он поступил в 70-ую среднюю школу гор. Тбилиси и в 1937 г. окончил ее. В том же году поступил на геологический факультет Ереванского госуниверситета. В 1939 г. по семейным обстоятельствам он переезжает в Тбилиси и с третьего курса учебу продолжает в Тбилисском госуниверситете. В ноябре 1941 г. окончил геологический факультет с присвоением квалификации геолога.

С сентября 1943 г. Э. А. Хачатурян работает в Институте геологических наук сначала младшим научным сотрудником, затем старшим научным сотрудником и Ученым секретарем института, а с 1957 г. является заведующим отделом полезных ископаемых. В 1943—1945 гг. он принимает активное участие в работах возглавляемой И. Г. Магакьяном экспедиции № 1 по разработке проблемы «Основные черты металлогении Армянской ССР». В эти же годы под руководством И. Г. Магакьяна он участвует в составлении первых металлогенических карт Малого Кавказа и Армянской ССР, а также шлиховой карты северной части республики.

В 1947 г. аспирант Э. А. Хачатурян возглавляет комплексные (геолого-геофизические) научно-исследовательские работы по изучению и оценке перспектив железорудных месторождений Армянской ССР. В составе экспедиции в этих исследованиях принимали участие геолог Г. О. Пиджян, геофизики Ц. Г. Акопян и Э. А. Арутюнян. Выполненными исследованиями в районе Абовянского (Капутанского) железорудного месторождения были обнаружены и описаны первые коренные выходы массивных апатит-магнетитовых руд и оконтурены магнитные аномалии на значительной площади. Полученные данные легли в основу практических рекомендаций о необходимости дальнейшего более углубленного изучения этого перспективного месторождения путем проведения геологоразведочных работ. Были положительно оценены также перспективы Разданского (Судагянского) месторождения. Результаты изучения месторождений и проявлений железных руд были обобщены в монографии Э. А. Хачатуряна «Генетические типы железорудных месторождений Армянской ССР и перспективы их освоения», опубликованной в 1953 г.

В этой первой сводной работе по железорудным месторождениям Армянской ССР были сделаны ценные обобщения и выводы, которые послужили основой для выдвижения перспективных объектов под поисково-разведочные работы. Исследованиями Э. А. Хачатуряна было опровергнуто господствующее до этого мнение об ограниченных возможностях республики в отношении обнаружения промышленных скоплений железных руд. В настоящее время наличие на территории Армянской ССР промышленно интересных и перспективных железорудных месторождений сомнений не вызывает. Разведанные и подсчитанные Управлением геологии Армянской ССР запасы железных руд позволяют ставить вопрос об их разработке и организации в республике промышленности черной металлургии.

В 1950 г. в Москве в Институте геологических наук АН СССР Э. А. Хачатурян успешно защитил кандидатскую диссертацию. В 1953 г. ему присвоено ученое звание старшего научного сотрудника.

В 1951 г. Э. А. Хачатурян возглавил отряд по изысканию и изучению месторождений строительных материалов в районе Саратова и Вольска для строящихся на Волге гидротехнических сооружений.

Дальнейшие научные исследования Э. А. Хачатуряна нашли свое

отражение в коллективной работе «Рассеянные металлы в рудах Армянской ССР» (1960), в томе «Металлические полезные ископаемые» (1967) многотомного труда «Геология Армянской ССР». В монографии «Алавердский рудный район» (1968) разобраны вопросы геологического строения и структуры области и приведены практические рекомендации по направлению дальнейших поисково-разведочных работ для расширения сырьевых ресурсов Алавердской группы месторождений.

В течение последних двух десятилетий Э. А. Хачатурян проводит важные научные исследования по изучению месторождений колчеданной рудной формации (Алавердская, Кафанская группы и др.). Выполненные исследования позволили установить основные закономерности в пространственном размещении медноколчеданных и колчеданно-полиметаллических месторождений Армянской ССР, наиболее полно осветить особенности минерального состава и геохимических черт колчеданных руд и выявить геолого-генетические условия образования месторождений этой рудной формации, размещенных в различных структурно-металлогенических зонах. Установление закономерностей формирования и локализации колчеданных руд в пространстве и во времени имеет не только научное, но и важное прикладное значение для направления геологоразведочных работ на обнаружение медноколчеданных, барито-полиметалических и других руд.

Отметим, что в процессе изучения минерального состава руд Э. А. Хачатуряну удалось обнаружить в них целый ряд редких, ранее не описанных минералов (сульфидов, сульфосолей, теллуридов), в том числе крупные выделения алтаита в медных рудах Кафанского месторождения. Образцы кафанского алтаита ныне находятся во многих эталонных коллекциях геологических музеев и организаций страны.

Значительную ценность представляют две работы Э. А. Хачатуряна—опубликованные монографии о железорудных месторождениях (1953) и о колчеданных месторождениях Армянской ССР (1977). В своей монографии «Минералогия, геохимия и генезис руд колчеданной формации Армянской ССР» автор проявил себя как эрудированный ученый, обоснованно вскрывающий закономерности образования и размещения колчеданных руд в тесной связи с тектоно-магматическими комплексами. В своей научной деятельности Э. А. Хачатурян уделяет особое внимание внедрению результатов научных исследований в производство и их экономической эффективности.

Э. А. Хачатурян—авторитетный ученый и ведущий специалист в области геологии и прогнозирования месторождений рудных ископаемых, в частности эндогенных руд черных и цветных металлов. Он внес своими работами ценный вклад в изучение и освоение, а также в расширение перспектив ряда месторождений колчеданных медных и железных руд, обладает широкой эрудицией в области геологии месторождений полезных ископаемых и металлогении.

В 1952—1954 гг. в должности Ученого секретаря института Э. А.

Хачатурян проводил большую научно-организационную работу; он способствовал организации в институте спектральной и рентгеноструктурной лабораторий. При его непосредственном активном участии позднее при отделе полезных ископаемых была создана лаборатория гидротермального синтеза.

В 1969 г. Э. А. Хачатурян защитил докторскую диссертацию по колчеданной рудной формации Армянской ССР. В 1970 г. высшей аттестационной комиссией он был утвержден в ученой степени доктора геолого- минералогических наук, а в 1971 г.—в ученом звании профессора.

В отделе полезных ископаемых, которым Э. А. Хачатурян руководит с 1957 г., подготовлены специалисты высокой квалификации, многие из которых защитили диссертации и выполняют интересные и актуальные исследования, направленные на расширение рудно-сырьевых ресурсов республики. За последнее десятилетие под руководством проф. Э. А. Хачатуряна большой группой научных сотрудников института в тесном контакте и содружестве с производственными геологическими организациями и горнорудными предприятиями республики выполнены весьма важные по своей значимости комплексные геологические исследования по изучению структуры и прогнозной оценке Кафанского рудного района; научным коллективом отдела проведены детальные работы на Шаумянском золото-полиметаллическом месторождении, составлены карты и необходимая геологическая документация, которые легли в основу подсчета запасов этого перспективного объекта.

В настоящее время под научным руководством Э. А. Хачатуряна совместно с Зангезурской экспедицией Управления геологии Армянской ССР выполняются комплексные научно-исследовательские работы, нацеленные на расширение фронта геологопоисковых работ в Кафанском рудном районе.

Э. А. Хачатурян является одним из ответственных исполнителей темы по сравнительному исследованию рудных формаций Болгарии и Кавказа, выполняемой в научном содружестве с Геологическим институтом Академии наук Болгарии.

Э. А. Хачатурян—автор более восьмидесяти пяти научных работ: монографий, статей, брошюр, посвященных минералогии и геохимии руд, различным вопросам изучения рудных месторождений и металлогении, а также многочисленных практических рекомендаций, заключений и отзывов; он является также автором и соавтором геологических и специальных карт, одним из составителей Прогнозно-металлогенической карты Армянской ССР. Научные труды Э. А. Хачатуряна по достоинству оценены геологической общественностью и специалистами Советского Союза и многих зарубежных стран. Как активный участник многих всесоюзных и международных конгрессов, совещаний, симпозиумов Э. А. Хачатурян внес и вносит свою посильную лепту в общее дело развития советской геологической науки. Признанием научных заслуг Э. А. Хачатуряна в области изучения рудных формаций и ме-

сторождений явилось его избрание в 1969 г. членом Международной ассоциации по генезису рудных месторождений (IAGOD).

За научные успехи Э. А. Хачатурян в 1976 г. удостоен грамоты «Вастакапир» Президиума Академии наук Армянской ССР. Он награжден медалью «За Трудовую Доблесть».

Свою научно- исследовательскую деятельность профессор Э. А. Хачатурян успешно сочетает с педагогической и общественной работой. В 1949—1954 гг. сначала в Ереванском госуниверситете, а затем в Политехническом институте им. К. Маркса он читал лекции по курсам: «Минералогия» и «Промышленные типы месторождений полезных ископаемых».

Э. А. Хачатурян избирался депутатом райсовета гор. Еревана (1950—1952), народным заседателем Верховного суда республики (1952—1957); он неоднократно избирался в состав бюро партийной организации и месткома института.

В течение ряда лет (1970—1975) Э. А. Хачатурян был ответственным редактором, а с 1976 г. является заместителем ответ. редактора журнала «Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле», председателем проблемного Ученого совета института по магматизму и рудообразованию, членом ученого совета геологического факультета и специализированного совета Ереванского госуниверситета по присуждению ученых степеней (1972—1976), членом редколлегии и автором ряда разделов тома «Металлические полезные ископаемые» многотомника «Геология Армянской ССР», ответственным редактором более десятка монографий по рудным месторождениям и металлогении, членом постоянно действующей комиссии Управления геологии по учету запасов полезных ископаемых, членом республиканского совета Общества охраны природы, избранным пятым съездом Общества; с 1962 г. в качестве эксперта геоконтроля он принимает участие в геологической экспертизе многих разведуемых месторождений республики.

Э. А. Хачатурян является заместителем председателя Специализированного ученого совета по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук при институте, членом ученых советов института и отдела географии, научно-отраслевой редакции Армянской Советской Энциклопедии, секции геологии Совета по прикладным проблемам науки Академии наук республики и др. Он избран в состав горно-геологической секции Комиссии по Государственным премиям Армянской ССР в области науки и техники.

Как активный лектор общества «Знание», Э. А. Хачатурян уделяет большое внимание популяризации научных знаний, выступает с интересными докладами перед трудящимися республики; он—автор научно-популярной книги «Полезные ископаемые Армянской ССР», изданной в 1963 г. на армянском языке.

Э. А. Хачатурян полон энергии и захвачен новыми творческими замыслами. Сердечно поздравляя Эдуарда Абеловича Хачатуряна со славным юбилеем, геологическая общественность республики желает

ему доброго здоровья и больших успехов в осуществлении широких творческих замыслов.

Отделение наук о Земле АН Армянской ССР
Институт геологических наук АН Армянской ССР
Управление геологии Армянской ССР
Производственный геологоразведочный трест УЦМ
Совета Министров Армянской ССР
Редакционная коллегия журнала «Известия АН
Армянской ССР, Науки о Земле»

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, XXXIII, № 3, 88—89, 1980

УДК 550.(091):551.24

РЕФЕРАТЫ

Г. П. ХОМИЗУРИ

У ИСТОКОВ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ МЫСЛИ. ФАЛЕС. АНАКСИМАНДР. АНАКСИМЕН.

Геотектоника, как наука, оформилась лишь в прошлом столетии. Но, как и другие отрасли человеческого знания, она своими корнями уходит в далекое прошлое—у ее истоков находились основоположники европейской философии Фалес, Анаксимандр и Анаксимен.

Наблюдения изменений очертаний суши и моря привели милетских философов к мысли о движениях верхних частей земного шара (или земной коры, по современной терминологии). Без утверждения этого положения развитие геотектонической мысли было бы просто невозможно. Указав на существование нисходящих (вертикальных) движений земной коры, Анаксимен положил тем самым начало длительной дискуссии (имеющей место и в настоящее время) о примате вертикальных или горизонтальных движений. Кроме того, Анаксимен был первым, кто указал на взаимосвязь различных тектонических движений, объяснив возникновение одного тектонического явления (землетрясение) воздействием другого (тектоническая подвижка).

Милетские мыслители не удовлетворялись простой констатацией движений земной коры, а пытались вскрыть причины этих движений. Фалес и Анаксимен видели эту причину в движении воды, а Анаксимандр—в воздействии воздуха.

Милетским философам принадлежит также заслуга в том, что они (хотя и в самом общем виде) высказали первые геотектонические гипотезы. Предложенная Анаксименом гипотеза обрушения просуществовала более 2000 лет. В милетской школе зародилась и идея контракции, господствовавшая в теоретической геологии во второй половине прошлого столетия и имеющая сторонников вплоть до настоящего времени.

Размышляя о закономерностях течения различных природных явлений во времени, Анаксимандр, исходя из высказанных им представлений о вечности Вселенной и периодичности мирового процесса, указал на стадийность в пределах одного из повторяющихся циклов. Его взгляды о периодичности и стадийности лежат в основании большинства геотектонических гипотез.

В статье кратко изложена эпоха, в которой жили Фалес, Анаксимандр и Анаксимен, и некоторые основные философские положения,

высказанные ими. Приведены отрывки из Гомера, Гесиода, Аристотеля, Эврипида, Псевдо-Гиппократа и других античных авторов.

33 стр. Библиогр. 43 назв.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Полный текст статьи депонирован в ВИНИТИ

Поступила 6.III.1980.

Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, XXXIII, № 3, 90—91, 1980

УДК 550(091):551.24

РЕФЕРАТЫ

Г. П. ХОМИЗУРИ

У ИСТОКОВ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ МЫСЛИ. ГЕРОДОТ.

Всемирно признанный «отец истории» Геродот во время своего 10-летнего путешествия сделал ряд наблюдений, относящихся к тектонике, отрасли геологии, занимающейся вопросами строения и эволюции верхних частей земного шара (или земной коры, по современной терминологии). Геродот не был натурфилософом, но если учесть исключительную популярность его «Истории» в античное время, можно с полным основанием заключить, что распространение некоторых тектонических положений во многом обязано именно ему.

По вопросу о строении Земли Геродот придерживался широко распространенной в Древней Греции точки зрения о наличии в Земле пустот и подземных каналов. Наибольшее внимание Геродота привлекали факты изменения очертаний суши и моря. Наблюдения в Элладе и Египте позволили ему прийти к выводу о том, что очертания береговой линии могут подвергаться изменениям в результате деятельности речных наносов, и, например, Нильская долина «недавнего происхождения и является наносной землей», а до этого она была морским заливом. Данная мысль была важным (для того времени) открытием.

Полагая, что наличие илистых отложений может быть недостаточным аргументом, Геродот указал на находки ископаемых раковин вдали от моря, что, по его мнению, свидетельствует о былом затоплении данной суши морем. Необходимо отметить, что подобная интерпретация находок окаменелостей отрицалась не только в Средневековье, но даже и в XVIII веке величайшим мыслителем того времени Вольтером.

Помимо констатации преобразований земной поверхности Геродот признавал и движения верхних частей земного шара. Неоднократно упоминая в своей «Истории» о землетрясениях, он, в отличие от Анаксимандра и Анаксимена, указал, что не землетрясения являются следствием разрывов в верхних частях земного шара, а наоборот, эти разрывы являются следствием землетрясений. Все последующие авторы разделяли именно эту точку зрения Геродота.

Заслуживают внимания и размышления Геродота о длительности геологических процессов—принимаемая им цифра в 20000 лет для занесения илом Аравийского залива значительно превосходит длитель-

ность геологических процессов (менее 8000 лет), принимавшуюся подавляющим большинством геологов еще 300 лет назад.

В статье кратко изложена эпоха, в которой жил Геродот.

14 стр. Библиогр. 16 назв.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Полный текст статьи депонирован в ВИНИТИ

Поступила 6.III.1989

ՀԱՅԿ. ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ՏԵՂԵԿԱՄԱՏՆԱՅԻՆ ԳՐԱԴԱՐԱՆ