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-

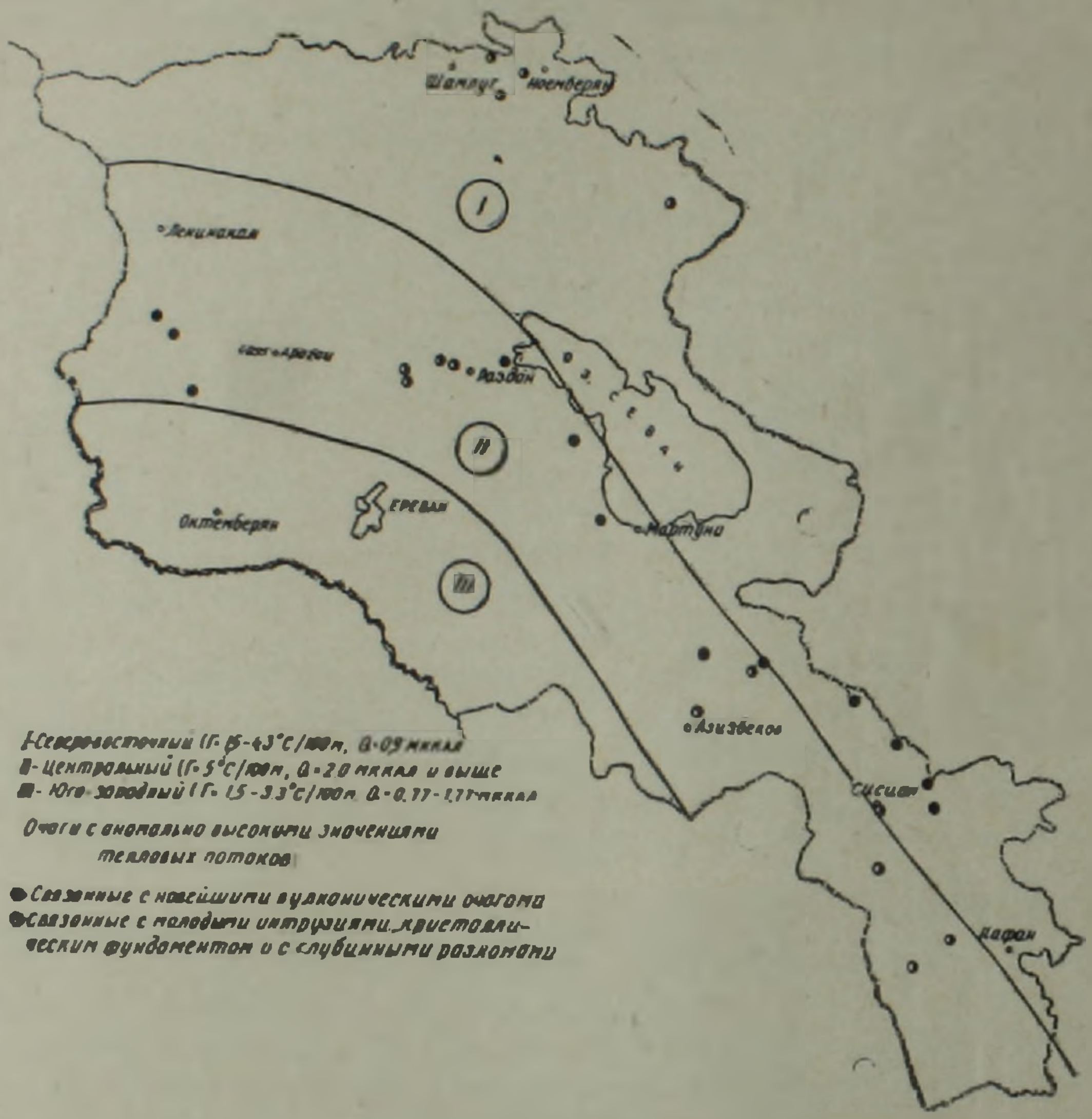

Рис. 1. Схематическая карта геотермического районирования Армянской ССР.

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.