

Р. Б. ЯДОЯН



УГЛЕКИСЛЫЕ ВОДЫ
НАЛОЖЕННЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДЕПРЕССИЙ
МАЛОГО КАВКАЗА



ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Ռ. Բ. ՅԱԴՈՅԱՆ

ՓՈՔՐ ԿՈՎԿԱՍԻ ՎՐԱԴՐՎԱԾ
ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ԴԵՊՐԵՍԻԱՆԵՐԻ
ԱԾԽԱԹԹՎԱՅԻՆ ԶՐԵՐԸ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԱ ՀՐԱՏԱՐԱԿԶՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՐԵՎԱՆ 1982

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

557.49(479.25)

Р. Б. ЯДОЯН

УГЛЕКИСЛЫЕ ВОДЫ
НАЛОЖЕННЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ
ДЕПРЕССИЙ МАЛОГО КАВКАЗА

3829

ИЗДАТЕЛЬСТВО АН АРМЯНСКОЙ ССР
ЕРЕВАН

1982



Печатается по решению ученого совета
Института геологических наук АН Армянской ССР

Ответственный редактор доктор геолого-
минералогических наук Г. С. Вартанян

Книгу рекомендовали к печати рецензенты:
кандидаты геолого-минералогических наук
А. Р. Галстян, Л. А. Григорян,
кандидат технических наук Л. И. Шахбатян

Ядоян Р. Б.

Я 91 Углекислые воды наложенных тектонических
депрессий Малого Кавказа. Отв. ред. Г. С. Вартанян.
—Ер.: Изд-во АН Арм.ССР, 1982, 122 с.

В работе обобщен материал по результатам разведочных работ, выполненных на крупных месторождениях (Личк, Севан, Кировакан) углекислых вод. Произведена переоценка ранее выполненных гидрогеологических построений и заново оценены гидрогеологические условия ряда месторождений. Исходя из учета гидроинжекционного механизма разгрузки восходящих минеральных вод, впервые предлагается типизация месторождений, построенная по структурно-морфологическому признаку и разработанная для повышения эффективности геологоразведочных работ. Впервые для Малого Кавказа выделяются протяженные дренажные системы Севанской и Арпа-Воротанской зон, где намечены 22 наложенные впадины, перспективные в отношении месторождений минеральных вод.

Работа рассчитана на широкий круг специалистов-исследователей термоминеральных вод, а также работников здравоохранения и плановых организаций.

Я 1904050000
703 (02)82 97-82

553
ББК 26.325

© Издательство АН Армянской ССР, 1982.

ВВЕДЕНИЕ

Высокие темпы развития социалистического производства, повышение его эффективности, научно-технический прогресс и ускорение роста производительности труда являются теми основами, на которых базируется намеченный партией значительный подъем материального и культурного уровня жизни народа.

Существенное увеличение числа осваиваемых месторождений подземных вод, расширение базы санаторно-курортных учреждений страны, ставят перед геологоразведочными службами весьма важные задачи.

Наряду с необходимостью расширения объемов работ здесь следует отметить принципиально важное требование — увеличение информативности каждой геологоразведочной операции, что должно обеспечить высокую эффективность всего процесса по подготовке месторождений подземных вод к освоению их народным хозяйством.

Особенно актуально такое требование для изучения месторождений минеральных вод, представляющих собой, как правило, особенно трудно исследуемые и поэтому весьма дорогостоящие в освоении объекты. В недрах месторождений в тесном взаимодействии существуют воды минеральные и неминеральные, что обуславливает необходимость тщательного изучения и достоверного установления как ведущих, так и подчиненных структурных, гидрохимических, гидротермических и других факторов.

Советский Союз исключительно богат разнообразными типами подземных минеральных вод, однако наиболее ценные из них — радоновые, кремнистые термальные, углекислые — распространены в горноскладчатых регионах, характеризующихся особенно сложными геологическими условиями.

Среди названных разновидностей наибольшую сложность в

изучении представляют исключительно интересные углекислые подземные воды.

Установлено, что углекислые воды горноскладчатых областей СССР отличаются разнообразием химического состава, различием температур и широким диапазоном минерализации.

Характерным для горноскладчатой территории СССР, в том числе и для Малого Кавказа, является приуроченность выходов минеральных вод к сложнопостроенным геолого-структурным сооружениям и то, что локализация их выходов контролируется в первую очередь морфологией и протяженностью разрывных дислокаций. Многочисленные исследования доказывают, что максимумы таких проявлений отмечаются в зонах пересечения разнонаправленных и разновозрастных разрывных дислокаций. Последнее особенно характерно для зон развития новейших разрывных дислокаций.

Следует отметить, что наиболее крупными, традиционно курортными районами страны являются именно горноскладчатые регионы Закарпатья, Кавказа, Тянь-Шаня, Алтая, Приморья и др. На долю функционирующих здесь санаторно-курортных комплексов приходится до 70-80% всех учреждений этого профиля.

Такая же картина отмечается в промышленности розлива минеральных вод — наибольшие суммарные мощности заводов приходится на Закарпатье, Грузию, Азербайджан, Армению, районы Кавказских Минеральных Вод.

Говоря о горноскладчатых районах, следует отметить, что здесь одной из наиболее распространенных структурных и ландшафтно-морфологических единиц выступают так называемые тектонические наложенные депрессии, к которым приурочена основная масса месторождений термоминеральных вод.

При разведке и освоении многообразных месторождений термоминеральных вод в горно-складчатых регионах весьма важными задачами исследования являются вопросы гидрогеологии таких малых структур, установление закономерностей их регионального распространения, изучение их динамики на данном геолого-тектоническом этапе развития территории и др.

Вместе с тем следует отметить, что характер гидравлической взаимосвязи группы наложенных впадин в отдельных структурно-фациальных зонах, влияние степени связности-разобщенности этих структур на интенсивность разгрузки глубинных минеральных вод и ряд других сложных вопросов в настоящее время изучены недостаточно. Это положение, сло-

жившееся к настоящему времени, в теоретической и прикладной гидрогеологии оказывает тормозящее влияние на процесс освоения гидротермальных богатств СССР, снижает возможность прогнозной оценки перспективности крупных территорий в отношении термоминеральных вод.

Именно исходя из учета сказанного, в настоящей работе рассматриваются следующие задачи:

1. Установление закономерностей распространения месторождений минеральных вод в горно-складчатых районах.
2. Разработка типизации месторождений минеральных вод, приуроченных к наложенным депрессиям.
3. Изучение особенностей распространения этих месторождений в пределах Севанской оротектонической зоны.
4. Разработка рекомендаций по применению комплекса методов разведки и оценки эксплуатационных запасов месторождений минеральных вод в наложенных депрессиях.

С целью решения поставленных задач в процессе подготовки данной работы был обобщен материал по результатам разведочных работ, выполненных под руководством и при участии автора на крупных месторождениях углекислых вод, связанных с депрессиями в названной Севанской зоне впадин и поднятий — Личк, Севан и Кировакан. Была произведена переоценка ранее выполненных гидрогеологических реконструкций и заново оценены гидрогеологические условия названных месторождений.

Автором данной работы выполнены также сбор и обобщение имеющегося в настоящее время обширного фондового и опубликованного материала как по вопросам классификации месторождений термоминеральных вод, так и по методическим решениям сложных гидрогеологических задач.

Глава 1

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД В НАЛОЖЕННЫХ ДЕПРЕССИЯХ

1. Современное состояние учения о месторождениях минеральных вод

В современной гидрогеологии, особенно в теоретических работах советских исследователей, успешно развивается учение о месторождениях подземных вод. Под ними понимается часть проницаемых горных пород, в пределах которых воды характеризуются определенными количественно-качественными показателями, отвечающими требованиям для их использования в хозяйственно-питьевых, промышленных, курортологических и других целях.

Среди исследователей месторождений подземных вод следует назвать прежде всего Ф. П. Саваренского, А. М. Овчинникова, Н. И. Плотникова, И. Я. Пантелеева, С. С. Бондаренко, Л. С. Язвина, Г. С. Вартаняна, Д. Уайта, П. Маффлера, Р. Фурнье, внесших существенный вклад в понимание рассматриваемого вопроса и показавших его определенную сложность. Понятие о месторождении, по-видимому, особенно важно при изучении подземных минеральных вод, так как в подавляющем большинстве случаев этот вид полезного ископаемого практически не изолирован от вод неминеральных, что предопределяет существенную прихотливость границ развития кондиционных минеральных вод, изменчивость их во времени и в пространстве, подверженность минеральных вод быстрым качественным изменениям.

В учение о месторождениях минеральных вод наиболее существенный вклад был внесен работами А. М. Овчинникова

(1949, 1963), Ф. А. Макаренко (1950), И. Я. Пантелеева (1963, 1972), Г. С. Вартаняна (1966, 1977) и др.

В работах указанных авторов и в ряде других разработок (Елмазова, 1970; Султанходжаев, Стойнов, 1974, и др.) большое внимание было уделено вопросу систематизации разнообразных природных объектов, созданию классификационных схем месторождений минеральных вод.

Такие классификации, кроме большого научного значения, имели главным образом практическую направленность и способствовали повышению эффективности геологоразведочных работ на минеральные воды.

Как известно, при разведочных работах на минеральные воды учитывается большое многообразие факторов, и это обстоятельство требует существенного сосредоточения усилий для успешного решения задачи по освоению месторождения. Изучение каждого типа месторождения требует осуществления того или иного комплекса специализированных методов и приемов исследований, для чего при проектировании работ необходимо четко уяснить, с какого рода месторождением минеральных вод предстоит иметь дело.

Если в отношении изучения физико-химических показателей воды (минерализация, состав, газонасыщенность, температура и др.) уже имеются устоявшиеся методы, то решение вопросов о геоструктурном типе месторождения требует проведения весьма сложных и особенно ответственных исследований.

Достаточно сказать, что ошибка в установлении возможного типа месторождения может стоить либо существенного удорожания разведки, либо вообще обернется неудачей в усилиях большого коллектива специалистов-разведчиков.

Именно это обстоятельство обуславливает необходимость особенно продуманного подхода к принципам классификации месторождений, к отказу от формальных обобщений, к переходу от укрупненных классификаций, дающих деление на макротипы, к более дробным типизациям, учитывающим специфические черты внутри отдельных, ранее выявленных типов.

В настоящее время более широко применяются типизации месторождений минеральных вод, построенные по структурно-гидродинамическому признаку, дающие возможность успешно исследовать месторождения в определенных геолого-структурных зонах.

Такие типизации, не лишенные генетической основы, но

имеющие в основном прикладной смысл, учитывают: а) важнейшие геолого-структурные и гидродинамические показатели; б) гидрогеохимические особенности и ряд других показателей, характеризующих условия распространения и локализации подземных минеральных вод в пределах изучаемых площадей.

С их помощью становится возможным прогнозировать конкретные геолого-гидрогеологические условия на объектах, проектируемых под разведку, предусматривать оптимальные объемы буровых и опытных работ и др.

Вместе с тем следует отметить, что при общей "организующей" роли данных классификаций, они отличаются чрезвычайной генерализацией, использующей как основу подразделения на типы весьма крупные, обобщенные показатели (например, пластовая водонапорная и трещинно-жильная водонапорная системы).

В данном случае представляется, что было бы уместно более широко пользоваться как отдельными элементами структурных различий внутри одного типа, так и учитывать обуславливаемые этим фактором отличия в гидродинамических условиях природных объектов.

В данной главе сочтено целесообразным акцентировать внимание на необходимости более дробного деления некоторых ранее выделенных типов месторождений минеральных вод, что, впрочем, не означает недооценки принятых в настоящее время классификаций. Дополнение к этим классификациям позволит еще более целенаправить геологоразведочные исследования на термоминеральные воды, сделать эти работы еще более высокоэффективными.

Ранее было показано (Вартанян, 1975, 1977), что важными структурами, обеспечивающими локализацию глубинных термоминеральных вод в горно-складчатых областях, являются так называемые местные и региональные дренажные системы, представленные цепочками наложенных тектонических депрессий.

Большой объем успешных геологоразведочных работ и научных обобщений, проведенных геологами в пределах Малого Кавказа, показывает правомерность этого вывода и в приложении к данному региону.

Тектонические наложенные депрессии, являясь весьма важными в народнохозяйственном отношении геоморфологическими элементами рельефа, представляют безусловный интерес и как специфические структурные сооружения. Как известно, горно-

складчатые регионы отличаются крайней ограниченностью земель, пригодных под промышленное и гражданское строительство, характеризующее современный уровень человеческой деятельности.

Такие показатели, как лавиноопасность, высокая сейсмичность, оползнеобразование, селеопасность и другие делают проблему выбора строительных площадей для градостроительства, прокладки коммуникаций, линий электропередач и т.д. особенно сложной. Именно поэтому наложенные депрессии вызывают особый интерес как структуры с относительно благоприятными инженерно-строительными характеристиками, что делает привлекательной идею их всестороннего и рационального народнохозяйственного освоения.

В этом отношении тектонические депрессии интересны также и для курортного строительства, так как наблюдения свидетельствуют нередко о весьма высокой перспективности выявления месторождений минеральных вод в недрах названных геологических структур.

Все изложенное делает необходимым более детально рассмотреть гидрогеологическую специфику наложенных тектонических депрессий и попытаться дать более дифференцированную типизацию приуроченных к ним месторождений минеральных вод.

При характеристике основных гидрогеологических черт таких наложенных впадин следует прежде всего обратить особое внимание на динамические, геохимические и термические показатели развитых здесь подземных вод.

На материале большого объема разведочных работ в складчатых системах установлено, что проницаемые породы, выполняющие тектонические впадины, заключают в себе значительные ресурсы подземных вод разнообразного состава.

Наряду с широким развитием пресных подземных вод, имеющих, безусловно, недавнюю историю существования в недрах, в толщах тектонических наложенных впадин обнаружено большое разнообразие вод, которые по существующим в настоящее время нормам могут быть отнесены к разряду минеральных лечебных, термальных, промышленных. Здесь, в условиях напряженного режима геологического развития территории, локализуются углекислые воды, азотные термы, бороносные подземные рассолы и др., нередко генетически связанные с мощными глубинными геологическими процессами.

В виде аэональных гидрогеохимических ореолов здесь обнаруживаются радоновые, сульфидные воды, что отражает течение некоторых локализованно развитых процессов.

Рассматривая под таким углом зрения особенности гидрогеохимического облика недр Малого Кавказа, следует подчеркнуть, что развитые здесь минеральные воды в основной своей массе могут быть отнесены к группе углекислых холодных и термальных.

Опуская из рассмотрения процессы, обусловившие широкий диапазон химического состава минеральных вод территории, отметим лишь характерный для всех них углекислотный газовый состав.¹

Эта особенность послужила основанием для отнесения изучаемой территории к Малокавказской области углекислых вод (Толстихин, 1938; Овчинников, 1963; Иванов, 1968; Яроцкий, 1975, и др.).

Следует обратить внимание на обстоятельства, определившие столь значительное распространение данных минеральных вод.

Как известно, к вопросу о происхождении углекислоты и углекислых вод неоднократно обращались многие советские и зарубежные ученые (Chamberlin, 1908; Белоусов, 1937; Коржинский, 1935; Смирнов, 1955; Овчинников и др., 1958, 1963; Иванов, 1956; Пантелеева, 1960, 1962, 1972; Вартанян, 1968 и др.).

В настоящее время проблема эта может быть представлена двумя крайними точками зрения: экзогенной и эндогенной.

Наиболее характерным представителем точки зрения об экзогенной природе углекислого газа в углекислых минеральных водах является А. А. Смирнов, сформулировавший в 1955 году гипотезу о так называемом термодиффузионном проникновении CO_2 в подземные воды.

Данная точка зрения предусматривала наличие некоторого механизма, приводящего к разделению атмосферного воздуха, "выпадению" углекислого газа, как наиболее тяжелой его составляющей, и затем абсорбцию CO_2 подземными водами. Допуская возможность широкой площадной распространенности такого процесса, тем самым можно было бы предположить, что фиксируемые в настоящее время области и провинции углекислых минеральных вод являются следствием подобного механизма обогащения подземных вод углекислым газом.

Данная гипотеза была рассмотрена рядом гидрогеологов, показавших несостоятельность предположенного механизма (Овчинников, Иванов, Яроцкий, 1958; Шагоянец, 1959, и др.). Термодиффузионный – экзогенный – механизм не в состоянии обеспечить концентрации углекислого газа в водах в количествах, даже на два порядка ниже средних, зафиксированных в обычных углекислых водах.

Говоря об "эндогенном подходе" к проблеме формирования углекислых растворов, следует также отметить известные расхождения в представлениях об источниках и путях движения CO_2 .

Единственно общим положением в существующих в настоящее время гипотезах эндогенной группы является глубинность углекислого газа, т.е. считается, что углекислый газ является продуктом некоторых геохимических реакций, протекающих в недрах, в условиях с отличными от поверхностных термодинамическими характеристиками (повышенные температура и давление).

В последние годы получает все более широкое признание гипотеза, сформулированная в работах Г. С. Вартамяна (1968, 1975, 1977) о связи обширных провинций углекислых вод с течением в недрах процессов регионального метаморфизма. Углекислота является продуктом реакций регионального термального метаморфизма недр (Елисеев, 1959; Сидоренко и др., 1973, и др.).

Двигаясь по системам трещинных дислокаций в сторону зон с пониженными давлениями, CO_2 попадает в водную среду и далее в физико-химическом растворенном виде вместе с водами (имеющими в массе атмосферное происхождение) мигрирует к приповерхностным дренажным системам.

В горноскладчатых регионах ведущую роль таких дренажных систем, по-видимому, и выполняют тектонические наложенные впадины.

2. Тектонические депрессии как специфические гидрогеологические структуры

Планомерное изучение гидрогеологических условий горноскладчатых регионов, проводимое в СССР, дает обширный материал, свидетельствующий о многообразии форм питания, движения и проявления подземных вод в пределах этих сложнопостроенных территорий.

Особого интереса здесь заслуживают такие специфические структуры, как тектонические депрессии, имеющие ограниченные площади, но оказывающие весьма важное, а порой и определяющее влияние на формирование важнейших гидрогеологических черт крупных территорий (Вартанян, 1977).

Это обстоятельство, наряду с фактом весьма широкого развития структур наложенных тектонических впадин в горно-складчатых регионах, делает в данном случае проблему изучения распространенных в них подземных вод особенно интересной и многообещающей.

Интерес к названным структурам подчеркивается и столь характерными проявлениями, как глубокие минеральные воды, весьма часто локализующиеся в пределах тектонических швов таких впадин.

Достаточно указать на крупные территории Забайкалья, Прибайкалья, а также Монголии, Приморья, Кавказа, где именно в пределах тектонических депрессий наиболее широко проявляются подземные минеральные воды глубокой циркуляции.

С учетом отмеченной приуроченности выходов ценных минеральных вод к тектоническим впадинам целесообразно кратко рассмотреть общие геолого-гидрогеологические черты таких сооружений, определяющие особенности формирования и локализации отдельных месторождений.

Как показывает изучение ряда тектонических впадин, по своим структурным особенностям они в большинстве случаев относятся к сооружениям грабенообразного типа, т.е. обладают резко выраженными границами тектонического происхождения.

Вдоль таких шовных зон центральные части впадины сброшены с амплитудами в несколько сот и более метров, что обусловило в последующем накопление разнообразных, преимущественно рыхлообломочных толщ.

Весьма характерным является и то, что фундамент таких впадин бывает расколот на множество самостоятельных блоков, разобшенных системами разрывных дислокаций, имеющих обычно сбросовую природу. Амплитуды перемещений отдельных блоков различны, что в процессе разведочных работ создает определенные сложности в прослеживании трещинных водоносных каналов. В некоторых случаях отдельные блоки разобщают тектоническую впадину на цепочки изолированных ячеек — микро-впадин.

Как показывает региональный материал, наложенные впадины рассматриваемого типа имеют сравнительно недавнюю историю заложения и возраст их редко датируется более ранним временем, чем меловое-юрское.

Так, для большинства подобных структур Прибайкалья возраст рыхлообломочного заполнителя впадин датируется от мела и выше, в Забайкалье – юрский, меловой, четвертичный, в Приморье – неогеновый, на Кавказе – неоген-четвертичный и т.д.

Это обстоятельство наглядно свидетельствует о связи процессов формирования впадин с неотектоническими процессами эволюции крупных регионов, с явлениями заложения и развития протяженных ослабленных зон в земной коре, с существованием разветвленных систем зияющей эндогенной трещиноватости.

Рассматривая условия формирования протяженных систем разрывных дислокаций, окаймляющих наложенные тектонические депрессии, уместно отметить также, что с процессом собственно неотектонического развития регионов в данном случае, возможно, сочетается не менее важный процесс заложения структур компенсационных просядок, являющихся следствием интенсивного выноса материи из глубоких метаморфизуемых недр (Вартанян, 1968, 1975, 1977). Широкое развитие углекислых вод во впадинах Кавказа, Забайкалья, Монголии и др. можно рассматривать как одно из основных доказательств этого положения.

Как показывают специальные исследования морфологии структур наложенных впадин, разрывные дислокации здесь имеют хорошо выдержанный в плане линейный характер. Как правило, это нарушения типа нормальных или гравитационных сбросов со сравнительно небольшими мощностями зон дробления, но с хорошей раскрытостью полостей.

Такое обстоятельство следует, очевидно, принимать во внимание при рассмотрении тех или иных структур как объектов детальных гидрогеологических исследований на минеральные воды глубинной циркуляции.

Специального изучения заслуживают литолого-фациальные характеристики осадочного чехла, выполняющего рассматриваемые тектонические впадины, так как, с одной стороны, этот комплекс осадочных образований маскирует тектонические нарушения, выводящие с глубины минеральные воды, и сущест-

венно затрудняет и удорожает разведочные работы. С другой-перекрывающие фундамент поровые и трещинно-поровые толщи выступают своеобразными коллекторами, аккумулирующими скрытно разгружающиеся минеральные воды и создают более благоприятные предпосылки для выявления, разведки и последующей эксплуатации месторождений минеральных вод.

Как показывает опыт изучения подобных тектонических депрессий, выполняющие их осадочные образования представляют в большинстве случаев плохо отсортированный грубообломочный материал, накапливавшийся в геологически короткие сроки в условиях внутриконтинентных мелководных бассейнов.

В ряде случаев тектонические депрессии горно-складчатых вулканических областей заполнены молодыми лавовыми покровными образованиями, некоторые разности которых также служат коллекторами.

Иногда среди осадочных толщ здесь появляются тонкодисперсные, глинистые прослои и толщи, гидрогеологическая роль которых заключается в площадном экранировании минеральных вод и изоляции их от дневной поверхности. Например, именно наличие достаточно мощной (145м) глинистой кровли в осадочном чехле Кироваканской тектонической впадины явилось причиной столь позднего выявления здесь крупного месторождения углекислых вод. Как известно, углекислые воды на западном крыле Кироваканского месторождения были впервые вскрыты в 1947 г. глубокими скважинами, пройденными с целью поисков пресных подземных вод.

Указанные общие черты геологического строения тектонических впадин оказывают определяющее влияние на особенности проявления в их пределах минеральных вод глубокой циркуляции, на закономерности локализации их месторождений.

Следует прежде всего отметить, что питающие трещинно-жильные каналы в фундаменте впадин, выводящие с глубин минеральные воды, имеют плановую фильтрационную неоднородность.

Здесь сказываются как наличие зон милонитизации, запечатывающих полости разрывных дислокаций, так и многообразные проявления вторичной, нередко гидротермальной минерализации, также залечивающей трещинно-жильные системы.

Именно поэтому выходы глубинной минеральной воды вдоль тектонического нарушения проявляются отдельными, изолированными друг от друга очагами, отстоящими друг от друга,

нередко, на десятки километров. Вместе с тем, относясь к генетически единой зоне тектонического нарушения, эти проявления совершенно справедливо могут быть отнесены к так называемым "гидроминеральным линиям" (Толстихин, 1932).

Помимо смены проницаемостей, обусловленной наличием вторичных заполнителей, отдельные очаги разгрузки минеральных вод связаны с местами пересечения разновозрастных и разнонаправленных систем разрывных дислокаций, что обеспечивает создание участков с высокой раздробленностью жестких пород.

Если исходить из приведенных положений, то гидрогеологические условия впадин рассматриваемого типа характеризуются следующими особенностями.

В поровом или трещинно-поровом заполнителе впадин обычно формируются грунтовые или слабонапорные водоносные горизонты, в пределах которых фиксируются подземные потоки с высокими естественными скоростями и расходами.

Питание этих водоносных горизонтов осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и перетока подземных вод из горизонтов, примыкающих к бортовым частям впадины со стороны возвышающихся массивов.

В подавляющем большинстве здесь содержатся воды пресные или весьма слабой минерализации, что определяется как составом вмещающих пород, так и рядом климатических факторов, имеющих господство в конкретном случае.

В силу наличия таких горизонтов разгрузка минеральных вод по зонам нарушений приобретает весьма специфические формы, достаточно подробно исследованные Г.С. Вартамяном (1968, 1977).

Здесь следует обратить внимание на следующие обстоятельства. Взаимодействие водных потоков, принадлежащих различным системам циркуляции, проявляется прежде всего в формировании среди вод горизонта реципиента^х купола минеральных вод, венчающего зону тектонического нарушения. При этом купол (гидрохимический, гидротермический) сохраняет свою форму и размеры при условии, когда соотношения напоров реагирующих водных потоков остаются постоянными.

^х Термин введен Г. С. Вартамяном. Под реципиентом понимается водоносный горизонт, в который происходит разгрузка восходящих минеральных потоков.

Следует обратить внимание на характер распределения напоров вблизи от очага скрытой разгрузки минеральных вод.

Как показывают модельные решения, вблизи от питающего тектонического нарушения гидродинамическое поле в горизонте-реципиенте деформируется таким образом, что по мере углубления вертикальной разведочной выработки должны были бы пересекаться линии напоров со все более высокими значениями. Это обстоятельство должно сопровождаться неуклонным приростом напора в такой гипотетической скважине. Причем, наибольшая норма прироста напора должна фиксироваться вблизи от гидрогеологически активных зон. Наивысшие значения напоров отмечаются на участках вблизи зон сочленения трещинно-жильного канала и горизонта-реципиента. По существу, эти максимальные значения напоров отвечают величинам напора потока восходящих минеральных вод в месте их внедрения в горизонт-реципиент.

Внедрение восходящих минеральных вод в горизонт-реципиент проявляется в создании сходных между собой по конфигурациям гидрохимического (газового) и гидротермического полей. Вместе с тем эти поля имеют и известные отличия, которые заключаются в следующем. Процессы фильтрационной дисперсии и диффузии приводят к тому, что при движении минеральные воды отдают в воды горизонта-реципиента растворенные ионно-солевые компоненты и газы. Прямым следствием этого является образование широкой каймы вод, отличающихся по своим свойствам как от подземных вод горизонта-реципиента, так и от восходящих минеральных вод. Последнее обстоятельство определяет неполное соответствие размеров и форм гидрохимического и гидродинамического куполов.

Аналогичным образом гидротермический купол бывает в некоторой степени деформирован за счет остывания глубинной минеральной составляющей в пласте-реципиенте.

Вместе с тем следует отметить, что гидротермический и гидрохимический купола для практических нужд, с хорошей степенью приближения, могут рассматриваться как реальное отображение зоны разгрузки глубинных минеральных вод.

Весьма важным качеством купола скрытнонагружающихся вод является очень быстрое реагирование его формы и размеров на изменение соотношений напоров в горизонте-реципиенте и трещинно-жильной водонапорной системе.

Последнее может быть вызвано как естественными факторами (увеличение, уменьшение инфильтрации атмосферных осадков), так и искусственными причинами (откачки, выпуски и др.). Показано, например, что изменение размеров купола восходящих вод отражает соответствующие изменения в величинах их разгрузки, причем минимальным гидростатическим давлениям в водоносном горизонте-реципиенте будет соответствовать наивысшее значение разгрузки глубинных вод. Установлено также, что эта величина имеет линейную зависимость от значений понижения уровней в горизонте-реципиенте для грунтовых водоносных систем (Вартанян, 1970).

Считая эти выводы вполне справедливыми, отметим, что, по-видимому, для особенно глубокозалегающих водоносных горизонтов-реципиентов, где широко проявляются упругие силы, темпы нарастания величины разгрузки глубинных вод по мере сработки упругих запасов в пласте-реципиенте должны возрастать особенно быстро.

Как показывает опыт изучения подземных вод в наложенных тектонических впадинах, здесь особенно часто наблюдается значительные приросты напоров в однородной фильтрующей толще, что служит прямым указанием на наличие в этих условиях механизма сосредоточенного внедрения снизу подземных водных потоков.

В силу сочетания приведенных выше геологических и гидрогеологических особенностей, в пределах изолированных тектонических депрессий могут формироваться несколько разобобщенных месторождений минеральных вод, хотя не исключаются случаи, когда в небольших структурах существует только одно месторождение. Такие весьма ограниченные по площади структуры особенно типичны, по-видимому, для территории Малого Кавказа.

В связи с отмеченным целесообразно рассмотреть некоторые характерные типичные структурно-гидродинамические схемы месторождений минеральных вод, приуроченных к тектоническим депрессиям. Причем, под месторождением минеральных вод понимается пространственно ограниченная часть пластовой или трещинно-жильной водонапорной системы, в пределах которой подземные воды по своим свойствам (химический состав, температура воды и др.) отвечают требованиям для их использования в курортологии или пищевой промышленности и по технико-экономическим показателям могут стать объектом эксплуатации.

3. Типизация месторождений минеральных вод в тектонических депрессиях

В основу всех ранее разработанных классификаций месторождений минеральных вод ставились как гидрохимические и гидротермические характеристики подземных вод, так и ряд гидрогеологических и геолого-структурных показателей, определяющих сущность распространения флюидов глубокой циркуляции в недрах (Овчинников, 1949, 1960, 1963; Вартанян, 1966, 1972, 1973; Султанходжаев и Стойнов, 1974, и др.).

В настоящее время в руководство по поискам и разведке месторождений минеральных вод, а также в Инструкцию ГКЗ СССР по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод к месторождениям минеральных вод (1979) вошла типизация (Вартанян, 1966, 1970), в которой выделяются так называемые гидросинжекционные месторождения, формирующиеся, по существу, в зонах сопряжения трещинно-жилых водонапорных систем с водоносными горизонтами-реципиентами. Эти месторождения, как правило, отличаются наибольшей сложностью в изучении и эксплуатации минеральных вод.

Необходимо отметить, что для месторождений минеральных вод межгорных наложенных тектонических депрессий, выполненных рыхлообломочными и другими образованиями, гидросинжекционный тип является единственно характерным типом.

Исходя из потребностей геологоразведочной практики, нами рассматриваются некоторые вопросы дальнейшей детализации представлений о разновидностях месторождений, относящихся к общему гидросинжекционному типу.

Приняв для такой детализации за основу морфоструктурный признак, далее мы будем учитывать особенности строения фундамента, характер отдельных очагов разгрузки минеральных вод и их положение в подземном рельефе.

Общеизвестно, что в фундаменте тектонических впадин отмечается изобилие блоков, имеющих различные амплитуды вертикального перемещения.

Этими блоками отдельные части впадин нередко бывают гидравлически изолированы и создают самостоятельные микро-бассейны, которые наряду с атмосферной инфильтрацией имеют индивидуальное глубинное питание. В предлагаемой типизации рассматриваются два самостоятельных случая глубинного питания,

1. Минеральная вода поступает из системы тектонической трещиноватости на стыке между двумя блоками, не имеющими разности в положении кровли (безамплитудный разрыв). Этот тип имеет весьма широкое распространение и назван нами центральным.

2. Минеральные воды поступают из шовной части двух переместившихся друг относительно друга тектонических блоков или из шовной части между погруженным блоком и бортом впадины. Здесь очаг разгрузки как бы "прислонен" к борту впадины или к одному из тектонических блоков. Этот тип, в отличие от предшествующего, назван прислоненным. Таким образом, настоящую попытку детализации, классификации месторождений минеральных вод гидроинжекционного типа можно представить в следующем виде.

Месторождения гидроинжекционного типа с разгрузкой:

А) центрального типа; Б) прислоненного типа.

Тип Б подразделяется на два подтипа: а) прибортовой, б) межблоковый.

Нередко в пределах одной впадины могут быть встречены не только определенные сочетания этих типов, но и весь их комплекс. Как будет показано ниже, ярким представителем таких объектов может служить Кироваканское месторождение углекислых минеральных вод в Армянской ССР.

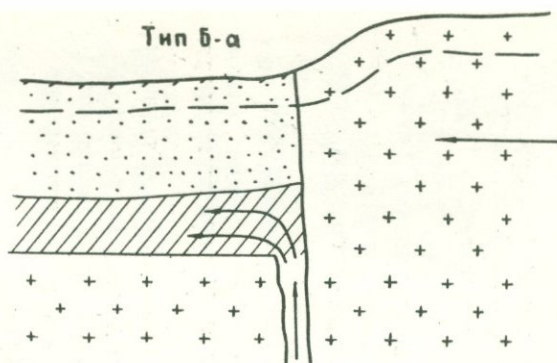
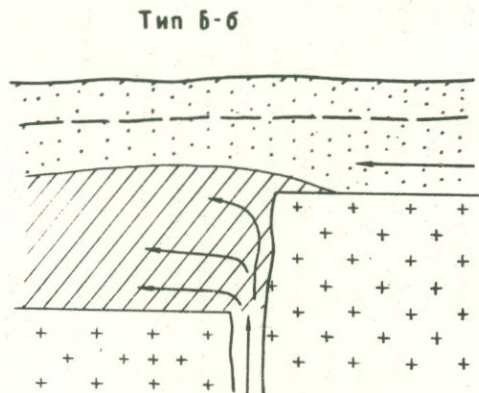
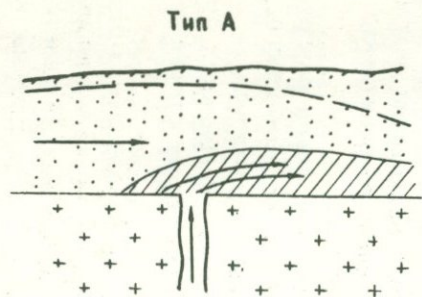
Характер движения минеральных вод в горизонте-реципиенте в основном зависит от положения очага разгрузки относительно направления латерального движения водных потоков. Их сочетание определяет различие в характере движения минеральных вод в горизонте-реципиенте.

Нами рассматривается положение трех ориентаций очага разгрузки: а) вкрест движения вод в горизонте-реципиенте; б) вдоль движения вод и в) комбинированное.

Отметим, что в зависимости от положения очага разгрузки характер формы гидродинамического (гидрохимического, гидротермального) купола будет несколько отличаться.

На рис. 1 даны основные схемы купола минеральных вод согласно приводимой типизации в зависимости от строения очага разгрузки.

Следует учесть, что зачастую из-за изрезанности и сложности рельефа при исследовании месторождения минеральных вод указанных типов разведочными выработками не удастся проследить собственно очаг разгрузки, и в этих случаях изу-



-  Поверхность земли и уровень подземных вод
-  Рыжло-обломочный комплекс заполняющий впадину
-  Тектонические блоки и трещинно-жильная зона разгрузки минеральных вод
-  Купол минеральных вод и направление движения подземного потока
-  Породы фундамента

Рис. 1. Схема строения купола минеральных вод в зависимости от строения очага разгрузки. Сост. Р. Б. Ядоян. 1977 г.

чаются латеральные потоки растекания.

При экранировании водовмещающей толщи водоупорной кровлей минеральные воды, не испытывая сколько-нибудь серьезных преобразований в химическом или газовом составе, могут проявляться на весьма больших расстояниях от очага разгрузки в виде потока растекания. Ниже (гл. П-У) будут рассмотрены Севанская региональная дренажная система и некоторые характерные месторождения, детально изученные в процессе геологоразведочных работ в период с 1969 по 1975 гг.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ СЕВАНСКОГО ПОЯСА ВПАДИН И ПОДНЯТИЙ КАК КРУПНОЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ ДРЕНАЖНОЙ СИСТЕМЫ

Рассматривая специфику регионального распространения месторождений минеральных вод в наложенных депрессиях, следует обратить внимание на ряд геолого-исторических, гидрогеологических, физико-географических факторов, определяющих закономерность пространственной приуроченности наложенных тектонических впадин в условиях горно-складчатых областей.

Основная доля разгрузки восходящих минеральных потоков, как правило, бывает приурочена именно к названным системам впадин, по существу, регулирующих региональный глубинный сток (Вартанян, 1975, 1977). Эти впадины одновременно являются крупными подземными резервуарами, накапливающими значительные запасы атмогенных пресных подземных вод.

Весьма характерным представителем крупных региональных дренажных систем в горно-складчатых регионах, заслуживающим детального рассмотрения, является Севанская оротектоническая зона, занимающая центральную часть Армянского вулканического нагорья.

Армянское нагорье своим положением резко возвышается над соседними сооружениями. Имея в среднем абсолютную высоту 1800–2000 м (от 375 до 4090 м), пересеченный рельеф, эта территория характеризуется вертикальной зональностью природных физико-географических комплексов.

Основные морфологические типы рельефа Армении формировались вследствие сводово-глыбовых деформаций, бурного эффузивного вулканизма, интенсивных процессов денудации и аккумуляции. Главными из них являются:

1. Резко расчлененные складчатые и складчато-глыбовые хребты. Они протягиваются с северо-востока на юг рассматриваемой территории и превышают относительные отметки над долинами рек до 3200 м. Это Сомхетский, Базумский, Памбакский и др. хребты, на север-северо-востоке, Арегунийский, Севанский – в центральной и Баргушатский, Мегринский и др. – на юге территории.

2. Сооружения, возникшие в результате плио-плейстоценовой вулканической деятельности: а) хребты – Джавахетский, Мумуханский, Гегамский, Варденисский, Айоцдзорский; б) лавовые плато – Арпиличское, Лорийское, Октемберянское, Егвардское, Сюникское и др.; в) резко выступающие массивы – Арагац, Араилер, Спитаксар, Ишханасар и др.; они занимают свыше 50% территории республики, имеют решающую роль в современном рельефе и определяют качественное и количественное распределение подземных вод.

3. Межгорные котловины, возникшие в результате новейших тектонических погружений – Ширакская (Ленинаканская), Памбакская, Севанская, Сисианская, Араратская и др. Это аккумулятивные равнины с мощными озерно-речными отложениями, имеющие огромное значение в дренаже и в накоплении подземных вод региона.

4. Морфологически различные формы рельефа, возникшие на фоне складчатых хребтов и вулканических сооружений, совпадающие преимущественно с ядрами антиклинальных структур, с участками их поперечных поднятий и с зонами крупных тектонических разломов. В основном это современные долины, эрозионные ущелья с большой глубиной вреза.

Климат рассматриваемой территории отличается значительной пестротой. Здесь за счет резких перемен высотных отметок можно встретить от субтропически сухого до холодно-горного или нагорно-тундрового поясов (Багдасарян, 1962).

Количество осадков здесь колеблется в широких пределах. Среднегодовое количество осадков в высокогорной зоне (в пределах высот 2500–3000 м) составляет 650 мм и меняется от 450 до 970 мм (иногда до 1500 мм). В этой зоне снежный покров лежит более 7 месяцев и регулирует питание подземных вод. В предгорной зоне количество осадков уменьшается до 400 мм и колеблется от 200 до 600 мм, а в особо засушливые годы не превышает 100 мм. В засушливых областях выпадающие осадки нередко имеют ливневый характер и создают селевые потоки.

Испарение по высотным поясам подчинено иной закономерности. На высотах до 1000 м от уровня моря испаряемость выражается в пределах 600–1200 мм, а на высотах свыше 2000 м резко падает и не превышает 400–800 мм.

Вся речная сеть республики принадлежит бассейну Каспийского моря и дренируется через реки Аракс и Куру, причем первая дренирует 73,5% территории республики. Реки в основном приходятся к глубоким ущельям, где разгружаются также и подземные воды. Исключения составляют межгорные котловины и крупные широкие долины.

В геологическом строении рассматриваемой части Малого Кавказа участвуют образования всех геологических систем от докембрийских до самых молодых – четвертичных, причем осадочный чехол доплиоценового тектонического яруса прорван разновозрастными интрузивными телами разнообразного состава.

Современный оротектонический комплекс Армении в основных своих чертах был создан в середине третичного времени, в интервале от конца эоцена до конца среднего плиоцена (Асланян, 1958).

Существенным для развития Малого Кавказа считается верхнемеловое время, когда происходили крупное опускание и трансгрессия регионального порядка. Начиная с конца эоцена и особенно в послеолигоценовое время, в связи с поднятием зоны наблюдается резкое сокращение области накопления осадков. Верхнеплиоценовое время отличается вспышкой мощной вулканической деятельности. Сnivelировав существующий расчлененный рельеф, лавы образуют сплошные покровы, сооружают крупные вулканические массивы, хребты и плато.

Интенсивный вулканизм постплиоценового времени – результат продолжавшихся дифференциальных тектонических движений. Центры всех вулканических излияний расположены вдоль крупных тектонических разрывов, являющихся следствием поднятия жестких крупных глыб и опускания синклинальных зон. Именно эти синклинальные зоны и наложенные тектонические депрессии играют исключительно важную роль в дренировании глубоких этажей разреза этой сложнопостроенной горноскладчатой страны.

Современная многоярусная структура и особенности геологического строения территории Малого Кавказа занимали внимание многих исследователей.

В настоящее время широко известны четыре схемы тектонического расчленения области Малого Кавказа (Паффенгольц, 1948; Габриелян, 1959, 1968; Асланян, 1958, 1959; Милановский, 1964).

Необходимо отметить, что ряд гидрогеологов (Н. И. Долуханова, В. А. Аветисян, А. Л. Ананян, В. Т. Вегуни и А. А. Тер-Мартirosян) в своих исследованиях при оценке существующих тектонических схем расходятся. При классификации подземных вод и гидрогеологического районирования они придерживаются разных взглядов на тектоническое районирование.

В данной работе мы базируемся на схеме тектонического районирования рассматриваемой территории, разработанной А. Т. Асланяном.

Применительно к структурам неотектонического этапа названная схема дополняется нами с учетом разработок Е. Е. Милановского.

А. Т. Асланян Малокавказский мегантиклинорий подразделяет на три оротектонических пояса шириной 60–70 км. В двух поясах выделяются по две и в одном случае – три тектонических зоны шириной 30–35 км. В каждой из них далее участвуют в среднем три дополняющие друг друга складчатые структуры (антиклинории и синклинории), шириной 10–12 км каждая. Тектонические зоны, имея в целом субширотное простирание, по простиранию испытывают резкие ундуляции, выраженные в четкообразном строении фундамента и осадочного покрова.

Границы как между тремя оротектоническими поясами, так и выделенными в их пределах зонами, выражены крупными разломами или флексурами глубокого заложения.

Зоны глубинных тектонических нарушений дугообразно окаймляют тектонические пояса и отмечаются выходами многочисленных линейно-расположенных минеральных источников, очагами вулканических извержений и зонами разрушительных землетрясений. Разломы сопровождаются значительными смещениями осадочных блоков с амплитудой от нескольких сот до 6000 м (Ереванский).

Основанием для выделения этих поясов и зон служат анализ особенностей геологического развития территории, характер внутренней тектоники и фациальный состав пород. Здесь выделяются: Антикавказский, Севанский и Араксинский оротектонические пояса (рис. 2).

1. Антикавказский оротектонический пояс в пределах рассматриваемой территории подразделяется на две тектонические зоны: а) Прикуринскую мегасинклинальную зону и б) Алавердскую (Сомхето-Карабахскую) мегантиклинальную зону. Под этим поясом подразумевается внешняя северо-восточная дуга Малого Кавказа, с характерным в оротектоническом отношении кулисообразным сочетанием короткоскладчатых хребтов, ориентированных обычно косо к простиранию пояса. Пояс представлен образованиями юры, мела и эоцена, с преобладанием пород вулканогенной фации и разнообразных интрузивных пород, преимущественно мезозойского возраста.

2. Севанский оротектонический пояс охватывает центральную дугу Малого Кавказа в составе Базумского и Ширакского хребтов на северо-западе, в центре – котловину оз. Севан и Мегринского и Хуступского хребтов – на юго-востоке.

В поясе выделяются три тектонические зоны: а) Присеванская мегасинклинальная зона (Севано-Ширакская); б) Кафанская пологоскладчатая моноклинальная зона; в) Ахтинская мегасинклинальная зона (Мисхано-Зангезурская интрагеоантиклинальная зона). Пояс представлен мощным вулканогенно-осадочным комплексом девона, юры, мела, палеогена, нижнего миоцена, перекрывающимся резко несогласно туфобрекчиями и лавами плио-плейстоцена. Широкое распространение имеют интрузивные породы.

3. Араксинский оротектонический пояс составляет внутреннюю дугу Малого Кавказа в пределах бассейна среднего Аракса. Пояс характерен широким развитием нормально-осадочных фаций, отсутствием абиссальных гранитоидных интрузий, проявлений руд гидротермального происхождения и др. Здесь выделяются две тектонические зоны – Ереванская и Приараксинская.

Е. Е. Милановский при выделении главнейших структур Малого Кавказа за основу берет общность их истории развития. В связи с этим он указывает на некоторые несоответствия в существующих схемах. Так, например, объединение Арзаканского антиклинория с Зангезурским и Шарурского (Урцского) с Джульфинским в линейные тектонические зоны подчеркивает лишь сходство в развитии этих поднятий в палеозое. Однако в этом случае игнорируется весь альпийский этап развития, более важный в геологической истории Армении. Напротив, при выделении Сомхето-Карабахской и Сева-

но-Акеринской зон учитывается только альпийская и игнорируется более древняя история их развития. Тектоническая схема Е. Е. Милановского отражает изменения структурного плана рассматриваемой территории в течение всей истории геологического развития региона.

В неотектоническом плане Малого Кавказа Е. Е. Милановский выделяет восемь главных зон: 1) Аджаро-Триалетскую зону поднятий; 2) Цалка-Ахалцихскую зону относительных опусканий; 3) Ахалкалакскую вулканическую зону; 4) Зону северо-восточного крыла сооружения Малого Кавказа, состоящую из двух подзон: а) Сомхетской подзоны моноклинального поднятия и б) Муровдаг-Карабахской подзоны дифференциальных поднятий; 5) Севанскую зону впадин и поднятий с резко контрастным характером новейших движений; 6) Центрально-Армянскую вулканическую зону; 7) Арпа-Воротанскую зону впадин и поднятий; 8) Урц-Зангезурскую зону дифференциальных поднятий. Эти зоны отличаются друг от друга по преобладающей направленности новейших движений, их амплитудам, градиентам, морфологии формирующихся структур, а также степенью контрастности новейших вертикальных движений и проявления вулканизма и сейсмической активности.

Зоны, характеризующиеся господством сводово-глыбовых поднятий, чередуются с соизмеримыми с ними зонами, где локальные поднятия сочетаются с относительными мутьдо-или грабенообразными тектоническими депрессиями. Это наиболее четко выражено в осевой части Малого Кавказа - Севанской зоне.

В данной работе, принимая за основу рассмотренные выше схемы тектонического районирования А. Т. Асланяна и Е. Е. Милановского, мы выделяем и рассматриваем Севанский оротектонический пояс с двумя субширотно ориентированными полосами впадин и поднятий: северная - собственно Севанская и южная - Воротан-Арпинская.

В собственно Севанской полосе известны Ленинанканская, Памбакская, Севанская, Акеринская наложенные структуры; в Воротан-Арпинской - Арагацкая, Апаранская, Чатминская, Элегисская, Кечутская и Воротан-Сисианская впадины.

Вокруг этих впадинных зон приподнятая часть Малого Кавказа образует как бы водораздельные зоны, внешние - Ахалкалакская и Сомхетская с севера, Даралагязская - с юга и осевая - Центрально-Армянская.

Ахалкалакская и Армянская зоны представляют собой цепь вулканических нагорий с типично вулканогенным рельефом, а Сомхетская и Даралагязская зоны образованы складчато-глыбовыми хребтами с эрозионными формами черт современного рельефа.

В гидрогеологическом отношении все эти водоразделы, высокогорные плато, горные хребты и их склоны являются областями питания, а межгорные впадины, предгорные равнины и речные долины — участками накопления и разгрузки. Последнее предопределяет роль наложенных тектонических впадин как крупных региональных дренажных систем.

Минеральные воды Малого Кавказа, формируясь в сложной геологической и гидрогеологической обстановке, отличаются исключительным разнообразием химического состава.

Аналогичным образом гидротермические условия региона также отличаются значительными вариациями по площади и глубине: так, температура подземных вод колеблется в пределах от первых градусов до 50–60 градусов Цельсия. Причем, в данном случае удастся проследить некоторые региональные тенденции: температура минеральных вод северных хребтов и юго-восточного обрамления Малого Кавказа обычно едва достигает 20°C, в то время как термальные углекислые воды с температурами 30–64°C обнаруживаются главным образом в Севанской оротектонической зоне. Последнее обстоятельство в достаточной мере хорошо увязывается со степенью открытости и закрытости мощных гидрогеологических структур, являющихся путями движения, местами формирования состава и накопления термальных углекислых вод.

Достаточно отметить, что сильно угнетенные трещинно-жильные структуры ранне- и среднеальпийского возраста на севере Малого Кавказа и на юго-востоке обеспечивают наличие малодобитных естественных выходов минеральных вод. В то же самое время основные мощные потоки подземных минеральных вод сосредоточены в Севанской оротектонической зоне, в пределах протяженной системы наложенных тектонических впадин, обычно "бронированных" лавовыми покровами и вулканогенно-осадочными образованиями. Как отмечалось, именно здесь имеет место распространение термальных углекислых вод, что с несомненностью свидетельствует о хорошей раскрытости трещинно-жильных каналов, выводящих в прифундаментные части впадин глубинные минеральные воды (минеральные воды глубинной циркуляции).

Условия формирования, движения и накопления подземных вод в пределах рассматриваемой территории весьма разнообразны. Главными источниками питания подземных вод здесь являются атмосферные осадки и конденсирующаяся влага.

Наличие пород различного состава, генезиса, возраста, дислоцированности и трещиноватости всех генетических типов делает возможным поступающим атмосферным осадкам образовывать в них обводненные зоны и водоносные горизонты.

Большая часть подземного стока дренируется местными и региональными эрозионными врезами, меньшая его доля поступает на питание водоносных горизонтов межгорных депрессий и глубоких синклинальных структур, играющих роль региональных дренажных систем.

Согласно В. А. Аветисяну (1956, 1974), исключительное место в питании водоносных горизонтов, комплексов и зон рассматриваемой территории принадлежит Центральному вулканическому нагорью.

В данном случае особо важную роль играют верхнетретичные и четвертичные андезито-базальтовые лавы, которые в виде обширных покровов и потоков слагают указанное вулканическое нагорье, занимая почти 55% территории республики.

Выпадающие на этой территории атмосферные осадки и талые воды ввиду интенсивной трещиноватости лав, отсутствия водоупорного чехла и покровного характера залегания этих лав инфильтруются вглубь (до 70% выпадающей массы) и в подлавовых частях и межлавовых контактовых горизонтах формируют водоносные зоны. Для последних водоупором служит кора выветривания подстилающих лавы осадочных комплексов или закольматированная поверхность ранее излившихся покровов лав. Эти воды, поступая в погребенные лавами овраги и ложины, формируют сосредоточенные потоки, которые разгружаются в каньонах рек в виде многочисленных групп родников или обеспечивают питание напорных горизонтов межгорных депрессий.

Инфильтрация поверхностных вод здесь ограничивается отметками эрозионного вреза основных водных артерий. Емкостные свойства пород региона обуславливаются главным образом за счет трещиноватости. Трещины выветривания, как и трещины литогенетического характера, распространяются на глубины до 200–300 м от поверхности. Пористость коренных пород очень мала, и в зонах, где трещиноватость отсутствует, эти породы практически водонепроницаемы.

Наиболее водообильными подземными резервуарами в регионе являются межгорные котловины наложенных тектонических депрессий, выполненные озерно-речными и аллювиально-пролювиальными отложениями и лавами. Они являются областями накопления подземного стока и формирования грунтовых и напорных водоносных горизонтов.

Вместе с тем, как показывают результаты разведочных гидрогеологических работ, изучения геолого-тектонической обстановки в пределах отдельных впадин и др., эти сооружения в прифундаментной части являются носителями разнообразных ценных минеральных вод и по природе своей являются дренажными системами, выводящими с больших глубин термоминеральные растворы.

Так, в результате работ на пресные подземные воды в Ленинканской котловине, в Спитакской и Кироваканской, Воротан-Сисианской впадинах и др., в нижних частях разреза вулканогенно-осадочных образований, выполняющих эти отрицательные структуры, под пресными подземными потоками были вскрыты углекислые минеральные воды сложного ионного состава. Следует обратить внимание на факт, что ранее минеральные воды в названных впадинах не отмечались и возможность их обнаружения не прогнозировалась.

Известно, что рассматриваемый регион является крупной, в геохимическом отношении достаточно хорошо изученной, Малокавказской областью развития углекислых минеральных вод.

В работах исследователей Малого Кавказа (Демехин, 1956; Асланян, 1958; Долуханова, 1969, и др.) указывается, что рассматриваемая территория своими углекислыми водами обязана процессам третично-четвертичного вулканизма, приводящего к интенсивному отделению CO_2 в недрах и миграции его в верхние части разреза.

Так, А. Т. Асланян отмечает, что "...земная кора в Армении в региональном масштабе содержит вековые скопления углекислого газа, который образовался в основном в третичном периоде ее геосинклинального развития в результате регионального метаморфизма известковистых образований и магматической деятельности . . . Локальная связь богатых углекислым газом минеральных источников, очаговых групп землетрясений и новейших вулканов объясняется, очевидно, связью их всех с зонами обновленных или новейших разрывных нарушений коры" [4].

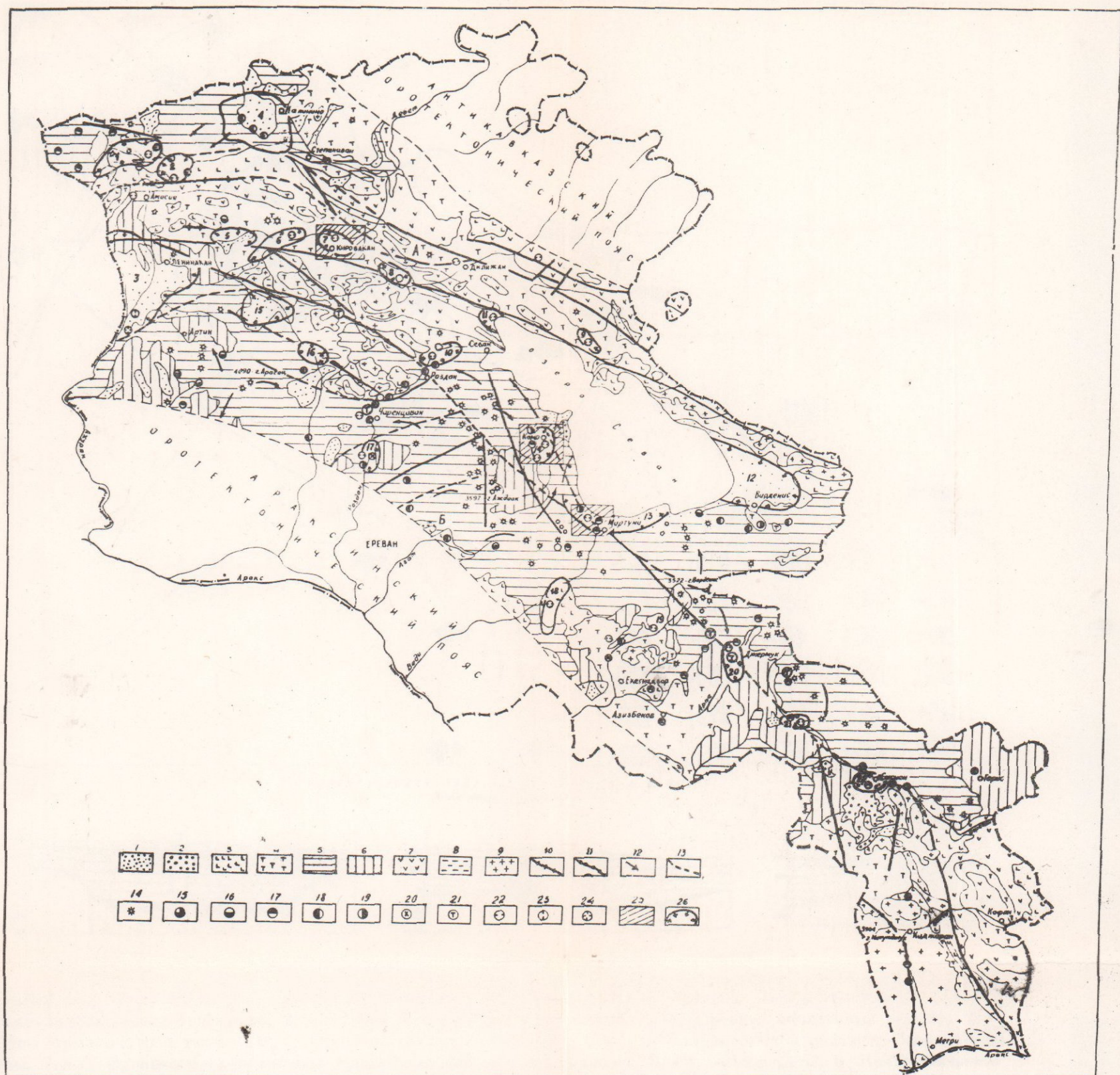
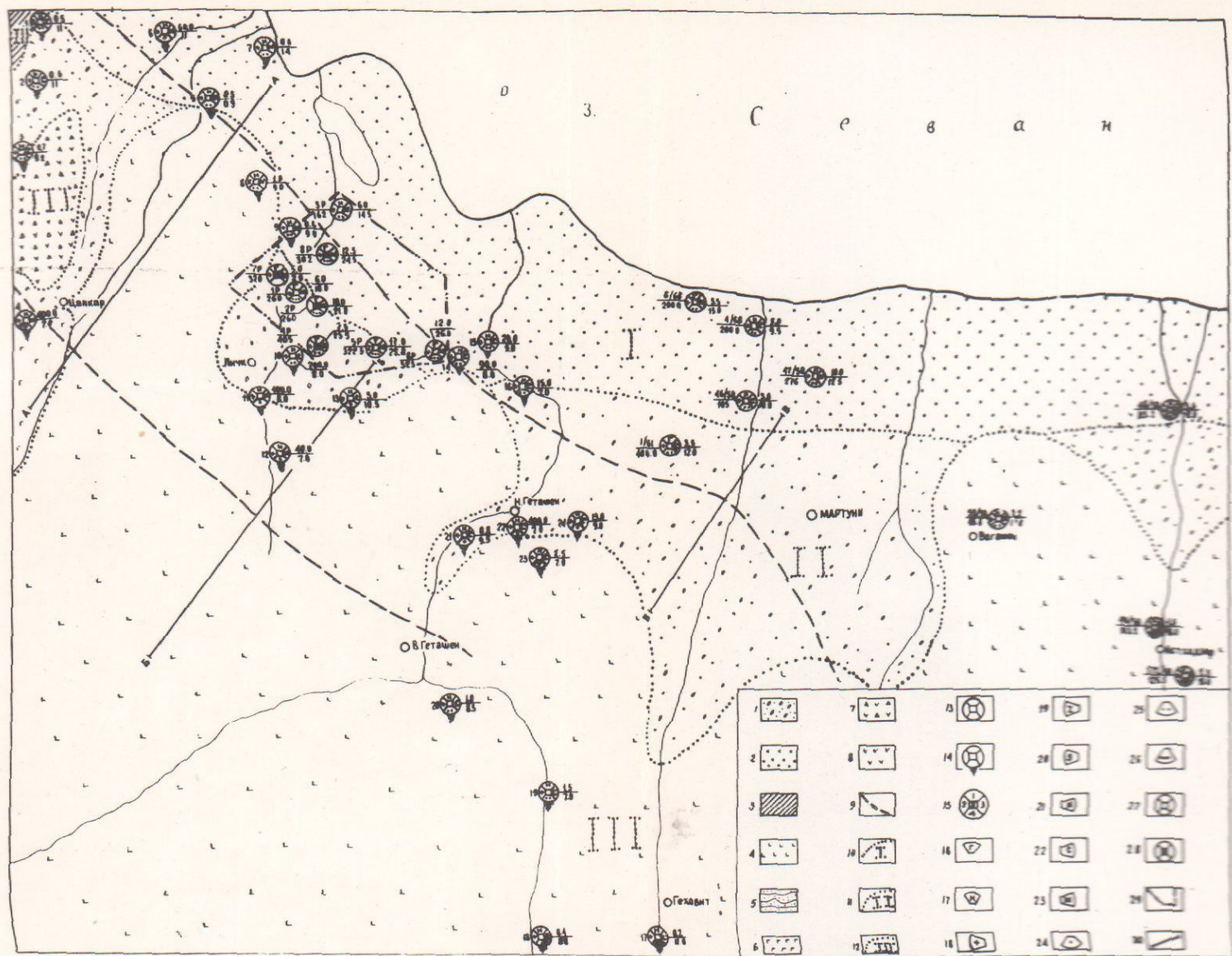


Рис. 2. Схематическая гидрогеологическая карта севанского оротектонического пояса Армянской ССР. Сост. по материалам А. Т. Асланяна, А. А. Габриеляна, В. А. Аветисяна, В. Т. Вегуни и личным наблюдениям Р. Б. Ядосяна, 1977г. Типы подземных вод и водоносных комплексов. А. Пластовые подземные воды. 1. В терригенных рыхлообломочных, озерно-речных и континентальных отложениях. Валунно-галечные отложения, пески, супеси, глины в межгорных котловинах чередуются с андезито-базальтовыми потоками и покровами. 2. Преимущественно в терригенных слабосцементированных дислоцированных, чередующихся глинах, песчаниках и конгломератах. Б. Трещинные подземные воды. Пластово-трещинные, реже карстово- или массиво-трещинные. 3. Преимущественно в карбонатных породах, чередующихся местами с терригенными образованиями. Известняки, мергели, доломиты, кварциты, известковистые песчаники, туфы и конгломераты. 4. Преимущественно в вулканогенно-осадочных породах. Туфопесчаники, туфогравелиты, туфоконгломераты, туфоалеволиты, туффиты, чередующиеся местами с известняками и глинистыми сланцами. Покровно-трещинные, реже порово-трещинные. 5. В вулканических лавах. Базальты, андезито-базальты, андезиты, андезито-дациты и дациты. 6. В пирокластических разностях лавовых пород. Пеплово-пемзовые туфы, туфолавы, липариты, обсидианы, шлаки, пемзы и вулканические пемзы. Массиво трещинные. 7. Преимущественно в вулканических породах. Порфириды, диабазы, кератофиры, альбитофиры и их пирокласты. 8. В метаморфических сланцах. 9. В интрузивных породах кислого, основного и ультраосновного составов. В. Жильные воды. 10. Зоны тектонических разломов с выходами пресных вод. 11. Зоны глубинных (межглыбовых) разломов с выходами минеральных вод. 12. Ориентировочное направление движения межлаво-вых и подлаво-вых водных потоков. 13. Разломы установленные и предполагаемые. 14. Центры вулканических излияний и извержений. Главные группы минеральных источников и родников пресных вод. 15. С дебитом до 25 л/сек. 16. С дебитом 25-50 л/сек. 17. С дебитом 50-100 л/сек. 18. С дебитом 100-1000 л/сек. 19. С дебитом более 1000 л/сек. 20. Холодные. 21. Термальные. 22. Углекислые. 23. Сероводородные. 24. Смешанные. 25. Месторождения минеральных вод межгорных котловин. 26. Границы распространения подземных напорных вод. Межгорные котловины. А. Севанская зона впадин и поднятий. 1. Верхнеахурянская (Арпиличская и Вардапюр-Зуйгахпюрская). 2. Гукасянская. 3. Ленинанская. 4. Лорийская. 5. Верхнепамбакская (Налбандская). 6. Среднепамбакская (Спитакская). 7. Нижнепамбакская (Кироваканская). 8. Гамзачиманская. 9. Акбулагская. 10. Верхнеразданская (Нижнемармарикская). 11. Цовагюхская. 12. Мазринская. 13. Личкская. 14. Гаварагетская. Б. Арпа-Воротанская зона впадин и поднятий. 15. Арагацкая. 16. Апаранская. 17. Среднеразданская (Арзинская). 18. Аргичинская. 19. Элегисская. 20. Кечутская (Джермукская). 21. Воротанская. 22. Сисианская.



ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРЕЗЫ ВО ЛИННИ А-А, Б-Б, В-В
(данные электропрофилирования)

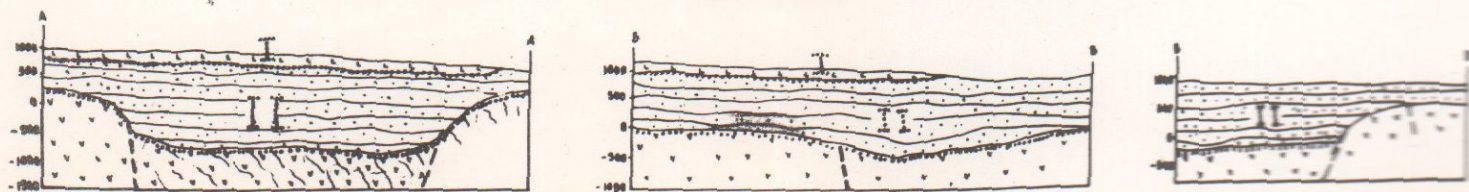


Рис. 8. Схематическая геолого-гидрогеологическая карта района личского месторождения углеводородных минеральных вод. Сост. Р. В. Мнацаканян, Л. С. Авакян, Р. Б. Ядоян, М. П. Ходжоян. 1. Q_4 - Современные аллювиально-делювиальные отложения. 2. Q_1 - Современные озерные отложения. 3. Q_4 - Древние оползневые выходы. 4. Q_2 - Лавы Армаганского типа. 5. Q_{2-3} - Древние озерные отложения. 6. Q_{2-3} - Базальтовые и андезито-базальтовые лавы. 7. N_2 - Вулканогенно-осадочная толща типа Вохчабердской свиты. 8. P_2 - Порфириды. 9. Предполагаемое направление глубинного разлома. Распределение геологических комплексов по водоносности. 10. Четвертичные андезито-базальтовые лавы (сильно водопроницаемые, водоносные). 11. Древние и современные речные, континентальные озерно-прибрежные рыхлообломочные отложения (водопроницаемые, водоносные). 12. Неоген-четвертичные вулканические, вулканогенно-осадочные, пирокластические образования (слабоводопроницаемые, слабоводоносные). 13. Буровая скв. (№ скв. / деб. скв. / температура °C / первоначальная). 14. Источник (№ ист. / деб. ист. / температура °C). 15 а) (16) - газифицирующий (90% CO_2); (17) - не газифицирующий; б) преобладающий анион (18) - HCO_3 , (19) - Cl (20) - SO_4 в) преобладающий катион (21) - Na (22) - Ca , (23) - Mg г) общая минерализация (24) - до 1 г/л, (25) - 1-5 г/л, (26) - 5-10 г/л; д) температура (27) - холодные (4-20 °C), (28) - теплые (20-37 °C). 29. Центральный участок месторождения. 30. Линии геологических разрезов.

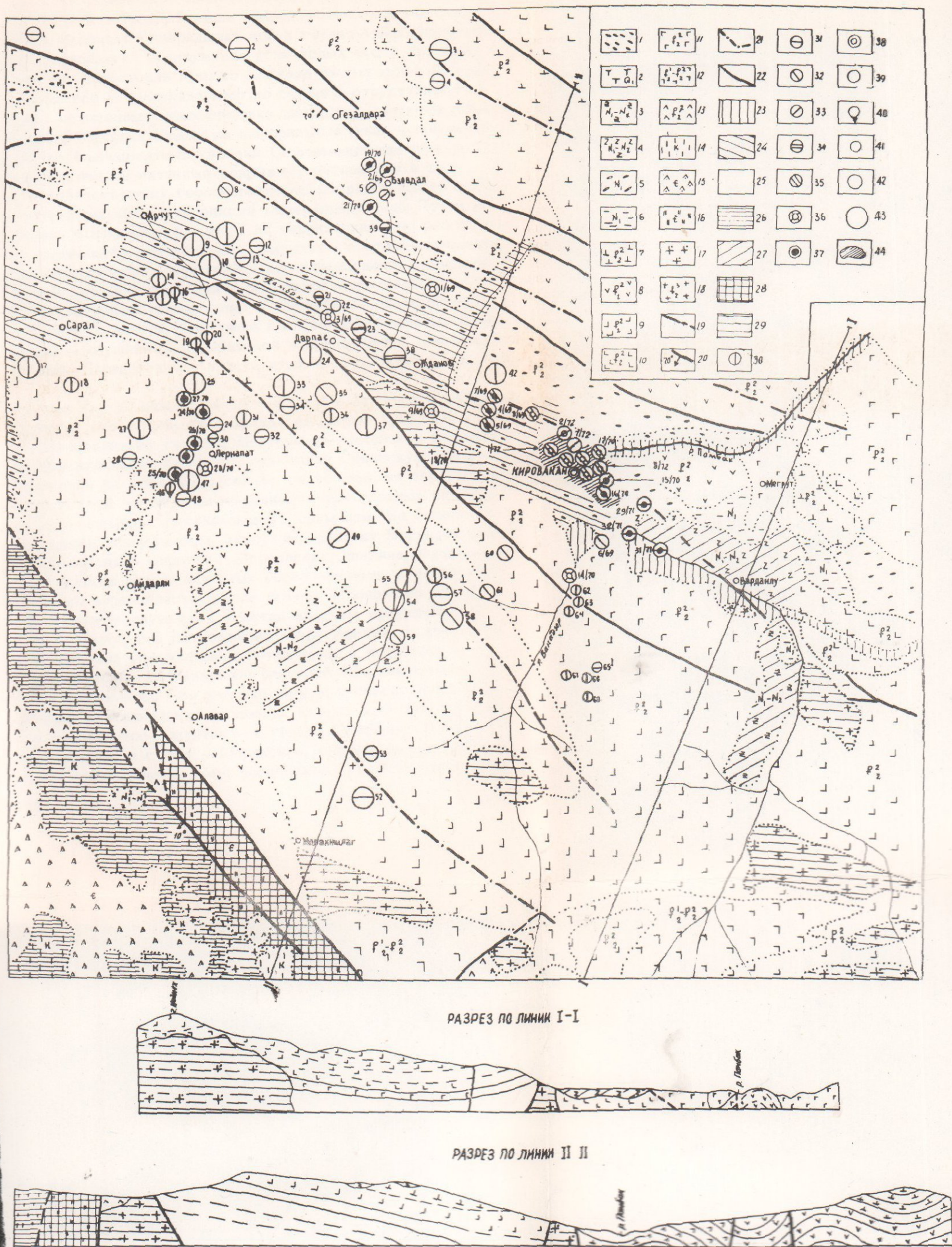


Рис. 21. Геолого-гидрогеологическая карта среднего течения бассейна р. Памбак. Сост. В. Ш. Манучарян, С. Б. Паносян, М. П. Ходжоян, Р. Б. Ядоян. Геологическая основа по П. Л. Епремяну.

1. Q₃ - Аллювиально-делювиальные отложения. 2. Q₁ - Туфы Ереванского типа. 3. Мн.-аллювиальные андезиты, андезиты-базальты. 4. Дацилы, андезиты-дацылы, базальты, андезиты-базальты. 5. Галечники высших террас. 6. Пемзовые и пемзо-кварцевые пески. 7. Туфобрекчии, туфопесчаники с медалитовым халцедоном. 8. Кварцевые порфиры Памбакского горизонта. 9. Порфиритовые туфобрекчии и их туфы. 10. Кварцевые порфиры Лермонтовского горизонта. 11. Туффиты и туфопесчаники кислого и среднего состава. 12. Туфопесчаники, туффиты и туфосланцы. 13. Пироксеновые порфириты и их туфобрекчии. 14. Известняки, мергели, конгломераты и песчаники. 15. Аргитовые порфириты, их туфы и брекчии. 16. Разнообразные метаморфические сланцы. 17. Щелочные и нефелиновые сланцы. 18. Кварцевые диориты, граптолиты и мандониты. 19. Разрывные нарушения. 20. Элементы залегания пород. 21. Оси складчатости. 22. Оси антиклиналей. Основные водоносные комплексы. 23. Водоносный комплекс современных аллювиальных образований. 24. Водоносный комплекс аллювиально-пролювиально-делювиальных образований. 25. Водоносный комплекс горы выветривания вулканогенно-осадочной толщи. 26. Водоносный комплекс карбонатных пород. 27. Водоносный комплекс лавовых образований (андезиты, андезиты-базальты). 28-29. Водоупорные породы (сланцы, сланцы, кварцевые диориты, граптолиты). Химический состав подземных вод. 30. Гидрокарбонатно-хлоридные, кальциево-магниево-натриево-магниево-кальциевые. 31. Гидрокарбонатно-хлоридные, кальциево-магниево-натриево-магниево-кальциевые. 32. Гидрокарбонатно-сульфатные, реже кальциево-магниево-натриево-магниево-кальциевые. 33. Гидрокарбонатно-сульфатные, натриево-магниево-кальциевые. 34. Гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные, кальциевые. 35. Гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные, натриево-магниево-кальциевые. Буровые скважины. 36. Безводные. 37. С отрицательным уровнем стояния минеральной воды. 38. Фонтанирующие за счет положительного напора. 39. Родники. 40. Источники. Дебит водопользователя в л/сек. 41. от 0,05 до 1,0. 42. 1,0 - 5,0. 43. 5,0 - 10,0. Цифры на карте обозначают: 2/72 номер скважины и год бурения 303,0; +2,1 в числителе - глубина, пьезометрический уровень; в знаменателе - дебит в л/сек, минеральность в гр/л, температура °С. 44. Контур Кироваканского месторождения (уч-к Мегрут) минеральных вод.

Учитывая отмеченное обстоятельство, а также принимая за основу рассмотренный выше гидродинамический механизм инъекции напорных минеральных вод в горизонты-реципиенты, факты "случайного" обнаружения углекислых вод и др. нами впервые для территории Малого Кавказа выдвигается следующий тезис: все устанавливаемые по геолого-структурному признаку наложенные тектонические депрессии являются сооружениями, перспективными на минеральные воды и при наличии набора благоприятных условий (водовмещающие породы, гидрогеологически активные разрывные дислокации и др.) после соответствующих геологоразведочных работ могут стать перспективными месторождениями минеральных вод. Почти все межгорные котловины, несмотря на территориальную разобщенность, отличаются значительным сходством состава выполняющих их геологических формаций и характеризуются сходными условиями питания, движения и разгрузки подземных вод.

По структурным показателям в Севанской зоне выделяют-ся с запада на восток следующие поперечные сегменты: Лени-наканский - опущенный, Памбакский - приподнятый, Севанский - опущенный, Далидагский - приподнятый и Акеринский - опущен-ный.

Первые из них находятся на территории Армянской ССР.

Вкратце рассмотрим их с запада на восток (рис. 2).

1. Ленинаканский участок, Центрально-Армянская и Ахал-калакская вулканические зоны, охватывая Севанскую зону, протягиваясь на юго-запад, сливаются воедино на территории Турции. В этой части зоны выделяются три главных неотек-тонических элемента Ленинаканского сегмента. На севере с центральным, приподнятым, участком граничит Верхнеахурян-ская, вытянутая в широтном направлении, впадина. Фундамент впадины сложен верхнемеловыми образованиями, а заполнитель представлен верхнеплиоценовыми лавами и озерными отложе-ниями. Наиболее опущенные участки впадины приурочены к западной части, где расположено озеро Арпилич с аккумуля-тивной равниной (Арпиличская котловина), и к восточной - с Верхнеахурянской аллювиальной равниной (Вардахпюр-Зуйгах-пюрская котловина). Оба участка впадин с севера прилегают к крыльям вулканических сводов. К югу от этой впадины выс-тупает раздвоенное поднятие - с севера Сылское, сложенное верхним мелом, и с юга - Ширакское, сложенное эоценом и верхним мелом. Между ними расположена Гукасянская впади-

на, выполненная верхнеплиоценовыми базальтами. Сыпское поднятие как с юга, со стороны Гукасянской впадины, так и с севера, ограничено разломом и имеет характер горста. Гукасянская впадина на юго-западе сливается с Ленинанканской, и ее базальтовый покров погружается в озерно-аллювиальные отложения Ленинанканской впадины. Ввиду питания грунтовых вод за счет перетекания из напорных нижних горизонтов, основная часть поверхности этих котловин заболочена. Распространенные здесь сильно трещиноватые лавовые образования преопределяют условия усиленного питания подземных вод указанных котловин, по краям которых разгружаются мощные родники (Казанчинские, Гукасянские, Зуйкахпюрские и др.). В пределах описанных котловин зарегистрировано множество выходов углекислых вод.

Все эти источники приурочены к речным образованиям в каньонах рек, сложенных в основном андезито-базальтовыми лавами. Вода таких источников в основном гидрокарбонатная, гидрокарбонатно-хлоридная с разнообразием катионного состава, с преобладанием магния (признак наличия ультраосновных пород) и с минерализацией до 2,5 г/л. Воды источников интересны содержанием в них большого количества микроэлементов, углекислого газа и повышенной температурой — 18–20°. Такие выходы зарегистрированы на абсолютных отметках 2000–2300 м.

Общая характеристика водного баланса и естественных ресурсов подземных вод верхнего течения бассейна р. Ахурян приведена в приложении 1. Как видно из таблицы, в бассейнах рек Гукасян и Ахурян имеется значительный подземный сток, что, по-видимому, может рассматриваться как свидетельство питания верхних водоносных горизонтов за счет перетока глубоких вод из напорных горизонтов в Арпиличской и Гукасянской котловинах названных бассейнов.

Все эти котловины подлежат детальному изучению.

Самая крупная структура в Ленинанканском сегменте — Ленинанканская (Ширакская, Ахурянская) впадина. В пределы СССР входит лишь ее восточная половина, и она, по существу, представляет собой одну из наиболее значительных внутригорных впадин Малого Кавказа.

Ленинанканская котловина расположена в среднем течении реки Ахурян, на высоте 1400–1500 м над уровнем моря. Окаймляющие котловину с севера и северо-востока Ширакской и

и Памбакский хребты сложены интенсивно дислоцированными осадочными образованиями, представленными известняками, песчаниками и глинами. С юга и юго-востока котловина ограничивается вулканическими образованиями неоген-четвертичного возраста г. Голгат и массива г. Арагац, а с запада – Карсским плато. Впадина имеет почти изометрическую форму и все ее ограничения имеют тектоническую природу. Фундамент Ленинанканской впадины представлен: в северной части – сложнодислоцированной вулканогенно-осадочной толщей верхнего мела и эоцена, в центральной части – вулканогенно-обломочными породами олигоцен-миоценовых отложений, в южной части предполагается присутствие метаморфической толщи палеозоя.

Котловина заполнена озерными отложениями нижнечетвертичного возраста мощностью до 400 м (рис. 3).

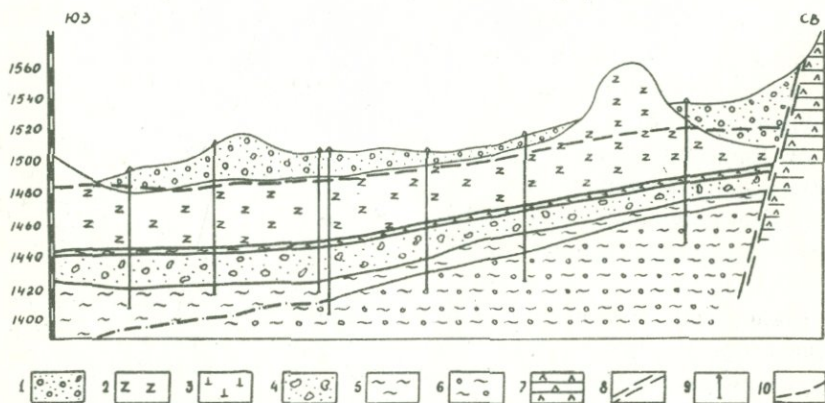


Рис. 3 Ленинанканская тектоническая депрессия. Геолого-гидрогеологический разрез. Сост. по материалам Г. Г. Мартиросяна с дополнением Р. Б. Ядомяна, 1976 г.

1. Галька, гравий изверженных пород с примесью глины и песка. 2. Андезито-базальты г. Б. Голгат. 3. Четвертичные вулканические туфы Арктикского типа. 4. Ошлакованный базальт с вулканическим песком – водоносные. 5. Глина песчанистая коричневого цвета – водоупорная. 6. Нижнечетвертичные озерные глины – водоупорные. 7. Миоплиоцен – андезиты и их пирокласты. 8. Тектонические нарушения. 9. Скважины. 10. Уровень грунтовых вод (линия пьезометрического напора).

Озерные отложения на большой площади восточной и южной частей котловины перекрыты андезито-базальтовыми лавами г. Голгат и г. Арагац. Широкое развитие имеют также туфы, иногда разделяющие аллювиально-пролювиально-делювиальные образования. В озерных отложениях напорные воды залегают в горизонтах песчано-гравелисто-галечных образований, изолированных верхними и нижними пластами водоупорных глин. Основными областями и источниками питания водоносных горизонтов котловины являются окружающие горные сооружения, их трещинные и пластово-трещинные подземные воды. Если благоприятными для питания подземных вод южной и юго-восточной частей котловины считаются трещиноватые лавовые покровы гор Голгат и Арагац, то в северных частях слабо водопроницаемые породы склонов Ширакского и Памбакского хребтов способствуют формированию здесь лишь поверхностного стока. Несомненно, основную роль в питании бассейна играют лавовые воды вулканических покровов, поглощающих практически весь поверхностный сток и контактирующих в разрезе с озерной толщей.

В Ленинанканской впадине, кроме артезианских пресных вод, выявлены и минеральные воды гидрокарбонатного магниево-натриево-кальциевого состава, с минерализацией от 1,5 до 6,3 г/л, с температурой от 15–17°С и содержанием CO_2 от 1,0 до 1,5 г/л.

Минеральные воды прослежены исключительно в южной половине артезианского бассейна и вскрыты в период 1944–59 гг. буровыми скважинами на глубинах от 12 до 114 м. Зона напорных минеральных вод представлена двумя горизонтами и проявляется вдоль долины р. Ахурян, с центром в районе с. Еразговорс. Породы водоносных горизонтов представлены песками с примесью галечников, дебит скважин до 15 л/сек с избыточным напором до 11–12 м. Здесь, по А. Т. Асланяну, предполагается наличие тектонической зоны, являющейся, по всей вероятности, продолжением сбросового нарушения широтного простирания, обнаруженного в ущелье р. Аракс турецкими геологами.

Установлено, что в формировании подземных вод Ленинанканской впадины огромная роль принадлежит правобережной части бассейна р. Ахурян (Карсское плато) на территории Турции. По своей природе Карсское плато является аналогом Центрального вулканического нагорья Армении, и образовавшиеся

здесь подземные воды движутся к юго-востоку, т.е. в сторону р. Ахурян.

Работами Гидрогеологической экспедиции Управления геологии Совета Министров Армянской ССР (О. А. Агинян и др., 1975) установлено, что подземный сток бассейна р. Ахурян составляет $47,97 \text{ м}^3/\text{сек}$, из коих $35,9 \text{ м}^3/\text{сек}$ приходится на глубинный сток с Карсского плато. Подробная характеристика естественных ресурсов подземных вод и водного баланса бассейна р. Ахурян приводится в приложении 2.

Из приведенных данных следует, что количество выпадающих осадков на этой площади составляет $5425,8 \text{ млн м}^3/\text{год}$. Из этого количества $3218,6 \text{ млн м}^3/\text{год}$, или 59%, испаряется, $684,6 \text{ млн м}^3/\text{год}$, или 10,7%, образуют поверхностный сток, и $1522,6 \text{ млн м}^3/\text{год}$, или 30,3%, инфильтруются в глубь земли.

П. Памбакский участок расположен к востоку от Ленинанканской впадины, между Джаджурским перевалом и оз. Севан. Здесь выделяются два новейших линейных поднятия – Базумско-Халабское и Памбакское. Эти поднятия с севера и юга обрамляют систему Памбакских впадин общей протяженностью 90 км. Она состоит из четырех небольших узких грабен и грабен-синклиналей протяженностью 10–15 км шириной 2–3 км, наложенных на разные структуры верхнемелового-эоценового складчатого субстрата. Друг от друга и от Ленинанканской и Севанской больших впадин они отделены пятью поперечными поднятиями – перемычками (рис. 2).

Эти перемычки по амплитуде абсолютного поднятия значительно уступают Памбакскому и Базумскому поднятиям и представляют собой несколько приподнятые участки сложнопостроенного узкого грабена. Сбросовый характер северного и южного бортов Памбакской депрессии доказывается крутыми склонами сооружения, имеющими прямолинейные или угловатые в плане очертания.

Ленинанканская и Памбакская депрессии, связанные в плиоцене древней продольной долиной, позднее были разорваны поперечным поднятием Джаджурского меридионального горста, относительной амплитудой не менее 250–300 м и шириной 3–4 км.

Вся система цепочек Памбакских впадин и поднятий представлена следующими тектоническими элементами: Верхнепамбакская (Налбандская) впадина; Сараартское (Гюлиджинское) поперечное поднятие; Среднепамбакская (Спитакская) впадина;

Арчутское поперечное поднятие; Нижнепамбакская (Кироваканская) впадина; Тандзутский горст; Гамзачиманская впадина и Семеновское поднятие.

Примечательно, что все грабен-синклинали, в том числе и Кироваканская, в плановом отношении совпадают со сводами антиклинальных структур, построенных главным образом толщами эоценового возраста.

Всю систему Памбакских впадин и поднятий можно разделить на отличающиеся друг от друга две части – западную и восточную.

В восточной части выделяются три поперечных сегмента: Тандзутский (поперечное поднятие); Гамзачиманский (впадина) и Семеновский (поперечное поднятие). Три тектонические впадины западной части являются как бы продолжением друг друга, расположены в одной тектонической долине и имеют очень много общего (рис. 4). Все три депрессии в рельефе выражены широкими аккумулятивными равнинами разных частей р. Памбак.

В Верхне- и Среднепамбакской впадинах наиболее опущена западная часть, а в Кироваканской – восточная. Мощность выполняющих впадину плиоцен-антропогеновых аллювиально-озерных отложений, представленных в основном толщей чередующихся песков и глин, в меньшей мере туфов, в первых двух котловинах достигает 150 м, а в Кироваканской впадине с запада на восток увеличивается от 100 до 400 м. Во всех этих впадинах среди рыхлообломочного заполнителя имеются относительно выдержанные горизонты водонепроницаемых глинистых прослоев и горизонтов. Кроме того, водонепроницаемыми в ряде случаев являются покровы туфов и слои плотных нетрещиноватых базальтов. Все эти разновидности водонепроницаемых пород выступают в качестве экрана для напорных артезианских вод и зачастую чередование этих пород с водоносными породами определяет наличие нескольких горизонтов напорных вод.

Питание подземных вод происходит в основном за счет инфильтрации поверхностного стока в конусе выноса притоков р. Памбак в сильно водопроницаемых лавах и разгрузки подземных вод, обрамляющих котловину горных сооружений. Ширакский, Базумо-Халабский и Памбакский хребты являются основными областями питания подземных вод всех трех впадин. Однако, ввиду различия в строении названных хребтов, участие их в питании водоносных горизонтов сильно отличается.

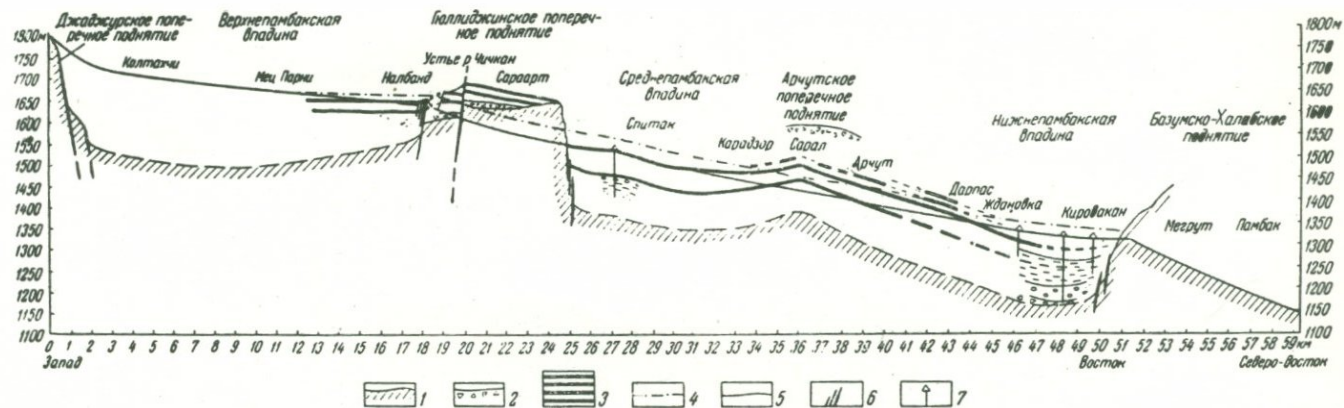


Рис. 4 Продольный геолого-геоморфологический профиль долины р. Памбак. Составил Е. Е. Милановский

1 — эоценовый складчатый субстрат; 2 — плиоценовая известково-брекчневая толща и слагаемая ею 170-метровая терраса в районе Архут; 3 — нижне-среднеплейстоценовые горизонты туфов и игнимбритов, просланяющие толщу древних аллювиальных отложений; 4 — верхнеплейстоценовая (виурская) терраса; — продольный профиль р. Памбак; 6 — новейшие разломы; 7 — скважины

Породы, слагающие северные, менее крутые склоны Памбакского хребта, обводнены наиболее сильно, и эта часть территории является основной областью питания подземных вод котловины.

Подробная характеристика естественных ресурсов подземных вод и водного баланса бассейна р. Памбак приводится в приложении 3.

Формирование подземных вод бассейна р. Памбак в основном происходит в его верхнем течении, примерно до ст. Напбанд. Наблюдается резкое увеличение подземного стока бассейна р. Памбак у ст. Мегрут — 2,84 м³/сек, где река прорезает вулканогенно-осадочные породы.

В формировании гидрогеологических условий рассматриваемой части территории существенную роль играют многочисленные разрывные дислокации, прослеженные здесь при детальном геолого-съемочных работах. Так, важная роль в формировании памбакских котловин принадлежит Спитак-Памбакскому близширотному сбросу (западная часть регионального Памбак-Агстев-Дзкнагетского разлома).

Простираясь по ущелью р. Памбак к западу, разлом прослеживается по Джаджурскому перевалу и южному подножию Ширакского хребта, к востоку проходит через Кироваканскую впадину — ущелье верхнего течения р. Агстев (Гамзачиманская впадина) — ущелье р. Дзкнагет (Цовагюхской впадины) и проходит вдоль северо-восточного побережья оз. Севан.

Ширина разломной зоны достигает 2,3 км. По всей протяженности этой зоны отмечается развитие гидротермально-измененных, перемятых пород, местами вытянутые вдоль нее интрузии гранитоидов и субвулканических тел кварцевых порфиритов и дацитов. Зону разлома подчеркивают молодые наложенные впадины рек Памбак и Агстев и крупные уступы склонов Ширакского, Памбакского и Базумского, Халабского и Арегунийского хребтов. Характерным является наличие множества оперяющих разломов и трещин, ответвляющихся от основного разлома. Этим разрывам и трещинам в основном соответствуют меридиональные долины притоков р. Памбак. По всей зоне разлома, в особенности в местах ответвления оперяющих разломов и трещин, отмечаются выходы минеральных источников.

В Памбакской зоне впадин и поднятий буровыми скважинами в нижних горизонтах котловин обнаружены напорные мине-

ральные воды. Исключение составляет Верхнепамбакская впадина.

Верхнепамбакская тектоническая котловина разведана как месторождение напорных пресных вод (Налбандское месторождение). По имеющимся материалам можно заключить, что проходящее в осевой части впадины тектоническое нарушение в отношении минеральных вод непродуктивно. Однако можно предположить также, что существующий разрез месторождения изучен недостаточно (рис. 5), в силу чего термоминеральные

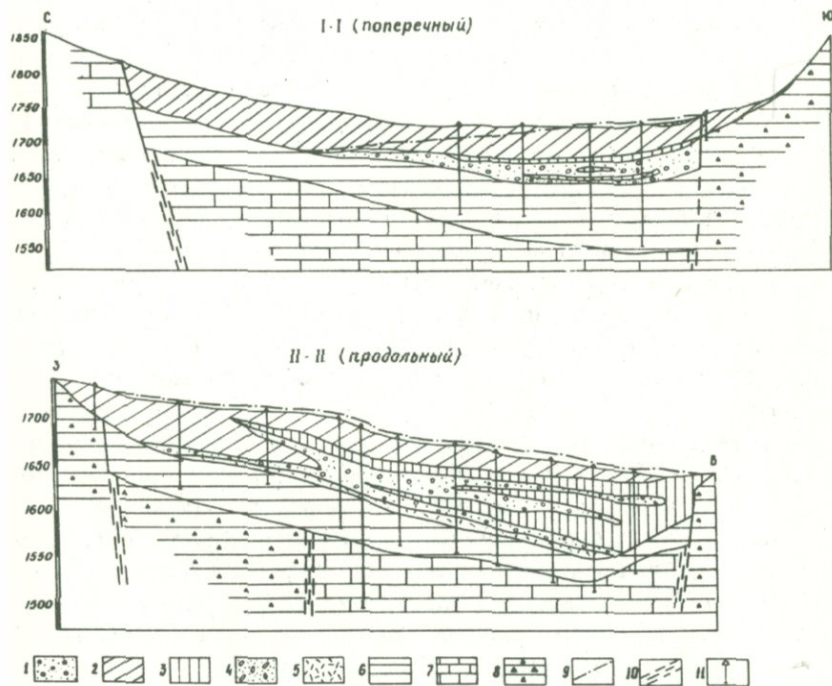


Рис. 5. Налбандская тектоническая депрессия. Схематический геолого-гидрогеологический разрез. Сост. по материалам Л. В. Дасояна, с дополнением Р. Б. Ядоаяна, 1976 г.

1. Q - Русловые и пойменные галечно-гравелисто-песчанистые отложения - горизонт подрусловых вод. 2. Глинистые пески с маломощными линзами и прослоями галек и разнозернистых песков - более выдержанные в отдельных участках образуют горизонт грунтовых вод. 3. Q - Озерные глины с мень-

шим содержанием мелкозернистых песков – водоупорные.

4. Q – Разнозернистые пески озерно–речного происхождения, с редкими включениями галек и обломков – водоносный комплекс артезианских вод Налбандской межгорной котловины. 5. Q – Туфы ереванского типа – водоупорные. 6. Q – Песчанистые глины с обломками – водоупорные. 7. P_2^2 – Туфопесчаники. 8. P_2^2 – Туфобрекчии. 9. Линия пьезометрического напора. 10. Тектонические нарушения. 11. Скважины.

воды глубоких частей разреза не выявлены. Такое предположение базируется на анализе истории разведки Среднепамбакской (в том числе и Качкаринской) котловины. Здесь напорный бассейн изучался до водоупорных туфов и глинистых пород, и вся впадина считалась малоперспективной в отношении подземных вод. В последующем, после тщательной переоценки геологического материала, была заложена глубокая буровая скважина, вскрывшая под туфами и другими водоупорными породами рыхлообломочные отложения древних речных долин, насыщенных пресными водами. Детальное изучение нижних горизонтов этих микровпадин показало наличие тектонических зон и трещин с напорными водами (скв. 17/70 и 5/72 и др., уч. Качкара и 14/74, 17/74 и др. участки среднего течения р.Памбак). На участке Качкара минеральные воды гидрокарбонатного кальциево–магниево–натриевого состава, с минерализацией до 1,9 г/л, с дебитом 0,8 л/сек, вскрыты на глубинах от 40 до 304 м. Необходимо отметить, что здесь расходы пресных вод значительно превосходят расходы минеральных. Минеральные воды Среднепамбакской впадины, вскрытые скважинами 14/74 и 17/74, углекислые, гидрокарбонатно–сульфатного натриево–магниево–кальциевого состава, с минерализацией до 7,5 г/л и дебитом самоизлива до 7 л/сек (рис. 6).

Нижнепамбакская (Кироваканская) впадина изучена наиболее детально. Все остальные участки Памбакской впадины нами рекомендуются для дальнейшего изучения как площади, перспективные в отношении высокоценных термоминеральных вод.

Ш. Севанский участок расположен к юго–востоку от поднятого Памбакского сегмента. Здесь различаются приподнятая северная часть и отделенная от нее южная, наиболее опущенная Севанская впадина.

Северная часть, являясь продолжением Базумско–Халабской полосы поднятий, фактически несет на себе все харак-

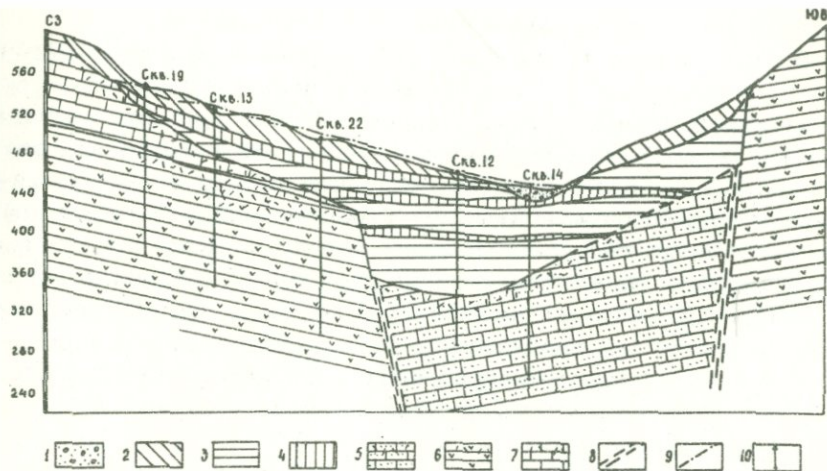


Рис. 6. Памбакская тектоническая депрессия (среднее течение р. Памбак). Схематический геолого-гидрогеологический разрез. Сост. по материалам А. А. Саркисяна, с дополнением Р. Б. Ядоаяна, 1976 г.

1. Современные речные аллювиальные отложения (горизонт подрусловых вод).
2. Галька, гравий, разномерный песок с маломощными прослоями песчаных глин (террасовые отложения).
3. Валунно-галечные отложения из разного состава пород в песчано-глинистом заполнителе, местами водоупорные.
4. Разномерные пески с включением гальки и гравия, местами слабоглинистые – водоносные.
5. Песчанники разномерные в известковом цементе, кремнистые, верхняя часть слоя сильно трещиноватая – обводненная. Цвет слоя от светло-серого до темно-серого.
6. Порфириды тонкозернистые, плотные, кремнистые. Верхняя часть слоя выветривания сильно трещиноватая, обводненная. Цвет слоя от светло-серого до темно-серого с зеленоватым оттенком.
7. Известняки серого цвета с желтоватым оттенком, тонкозернистые, кремнистые, плотные, в верхней части трещиноватые.
8. Разрывные нарушения.
9. Линия пьезометрического уровня напора воды.
10. Скважины.

терные черты тектоники Малого Кавказа. Здесь наиболее типично взаимопроникновение структур смежных крупных тектонических зон, что обусловлено кулисообразным расположением частных структурных элементов.

В этой полосе, к юго-западу от Кирикитидагского и Арегунийского линейных поднятий, прослеживается узкий Акбулагский прогиб. Эта небольшая тектоническая депрессия, развивающаяся до настоящего времени, расположена в верховьях рек Тохлуджа и Акбулаг. В своих верховьях эти речки имеют широкие и разработанные долины с плоскими заболоченными поймами. Ниже по течению в породах эоцена на хребте Арегуни этими речками пропилены узкие и глубокие V-образные ущелья с большим перепадом абсолютных отметок русла. Рыхлообломочные отложения, заполняющие эти микровпадины, представлены аккумулятивным материалом пород окаймляющих их гор, а также песчано-глинистыми образованиями мощностью до 200 м.

Буровыми скважинами в разрезе котловин на глубине до 100 м обнаружены горизонты напорных пресных вод. С глубины 100 м буровые скважины (12/73 и др.) вскрыли холодные углекислые минеральные воды гидрокарбонатного магниево-кальциевого состава с минерализацией до 3,3–3,5 г/л и самоизливом до 2 л/сек. Содержание углекислого газа в воде до 2,7 г/л, H_2SiO_3 – 52 мг/л, pH – 6,7. Эти участки нами рекомендовались как перспективные объекты еще в 1974 году, как важнейшая база для курортного строительства на северо-восточном побережье оз. Севан.

Севанская впадина наиболее крупная и сложнопостроенная новейшая депрессия, распадается на три впадины второго порядка – Верхнеразданскую и впадины Малого и Большого Севана. Эти впадины расположены на одной оси и разделены узкими Варсерской и Шоржинской поперечными тектоническими перемычками.

Верхнеразданская брахисинклинальная впадина с юга ограничена Ахтинским (Разданским) горстообразным поднятием, с ростом которого связано накопление рыхлых отложений в верховьях р. Раздан и низовьях р. Мармарик. Мощность рыхлообломочных отложений впадины доходит до 150 м. Буровыми скважинами после двух горизонтов пресных напорных вод с минерализацией 0,6 г/л и температурой 12°C, вскрыты напорные углекислые минеральные воды гидрокарбонатно-кальцие-

вого состава. Общая минерализация воды доходит до 3 г/л. Дебит самоизлива составляет 1,5 л/сек, температура 13°C. Содержание CO_2 — 2 г/л. Этот участок мало изучен и требует дополнительного исследования.

Впадина Малого Севана с наличием в ее структуре ограничивающих и рассекающих крупных молодых разломов, рассматривается как сложнопостроенный грабен, расположенный между Арегунийским и Гегамским поднятиями. Во впадине по соседству с Цамакабердским поднятием расположен Цовагюхский грабен. Последний наложен на свод крупной Дззнагетской антиклинали и является восточным продолжением Памбакской системы грабен. Грабен асимметричен, фундамент его погружается с запада на восток. Буровая скважина, заложенная в районе "бухты" Цовагюх, до 360 м прошла по рыхлообломочным отложениям и вскрыла горизонты пресных и минеральных вод. До глубины 200 м вскрыты пресные воды с минерализацией 0,6 г/л гидрокарбонатно-хлоридно-кальциево-натриево-магниевый состав. С 340 м вскрываются минеральные воды гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридного натриево-магниевый состав, с минерализацией 3,7 г/л, температурой 21,5°C, с дебитом 1,2 л/сек. Содержание H_2SiO_3 в воде не превышает 50 мг/л при pH — 7,8.

Впадина Большого Севана расположена в юго-восточной части Севанской впадины и отделена от впадины Малого Севана асимметричной Шоржинской (Надеждинской) перемычкой. В южной, юго-восточной и юго-западной частях впадины миоценовые вулканогенные толщи дислоцированы и образуют ряд пологих синклинальных складок северо-западного простирания. Наиболее крупная из них — Варденисская — расположена в юго-восточной части. Этот прогиб шириной 10 км, с пологопогружающимся на северо-запад шарниром, в настоящее время продолжает испытывать неотектонические движения. В центральной части этого прогиба расположена Масрикская котловина, выполненная плиоцен-четвертичными озерными и аллювиально-пролювиальными отложениями мощностью более 250 м. В этой толще заключено несколько горизонтов напорных пресных вод.

Пологие, с уклоном на северо-запад, складки развиты на южном и западном крыльях впадины. Однако, если на южном крыле в деформациях верхнеплиоценовых террас и лавовых покровов они почти не проявляются и затухают в самых моло-

дых образованиях, то на западном крыле в четвертичное время происходит воздымание ряда крупных субмеридиональных глыбовых структур. Вследствие этого верхнеплиоценовое Маньчарское андезито-базальтовое плато разорвано системой ступенчатых сбросо-взбросов. Суммарная амплитуда этих подвижек более 200 м.

К западу от этой зоны сбросов, на опущенном крыле расположена небольшая асимметричная меридиональная гаварагетская впадина (грабен), заполненная рыхлыми отложениями четвертичного возраста. В рельефе впадина представляет собой совершенно плоскую аккумулятивную долину р. Гаварагет. В центральной части впадины, вдоль ее оси, выступает небольшой односторонний горст с амплитудой разлома вдоль его западного края до 150 м. Маньчарские лавы в районе г. Камо смещены множеством малых (до 30 м) четвертичных сбросов, которые четко выражены в рельефе (рис. 7).

Таким образом, в зонах южного и западного крыльев впадины Большого Севана складчатые структуры северо-западного простирания в позднеплиоценовое время осложнены наложенными разрывными структурами меридионального и широтного простирания. Проходящие по западному борту прогиба (по Гегамскому вулканическому нагорью) разломы и разрывы оконгуривают его с юга и юго-запада, придавая ему вид ступенчатого грабена. Эти нарушения близмеридионального простирания совпадают с цепочкой центров вулканических излияний. Эти сложнопостроенные структуры являются тем природным резервуаром, где происходит накопление и формирование разнообразных, включая термоминеральные, подземных вод.

Естественные выходы минеральных источников на описанных участках известны издавна. Они в основном приурочены к эрозионным долинам рек Аргичи и Гаварагет, выступают по береговой линии оз. Севан (в районе сел Мартуни и Личк.) и отмечены в ущелье р. Гридзор на абсолютных отметках 2700–3000 м. Если в ущелье р. Гридзор минеральные источники приурочены к трещинам андезито-базальтов, то на остальных участках они выходят из аллювиально-делювиальных отложений и речных наносов. Все они связаны с разрывными нарушениями как четко выраженными на поверхности (Гридзорское и Гаварагетское), так и предполагаемыми по общегеологическим соображениям. По своему химическому составу все эти воды чрезвычайно разнообразны и представлены гидрокарбонатными

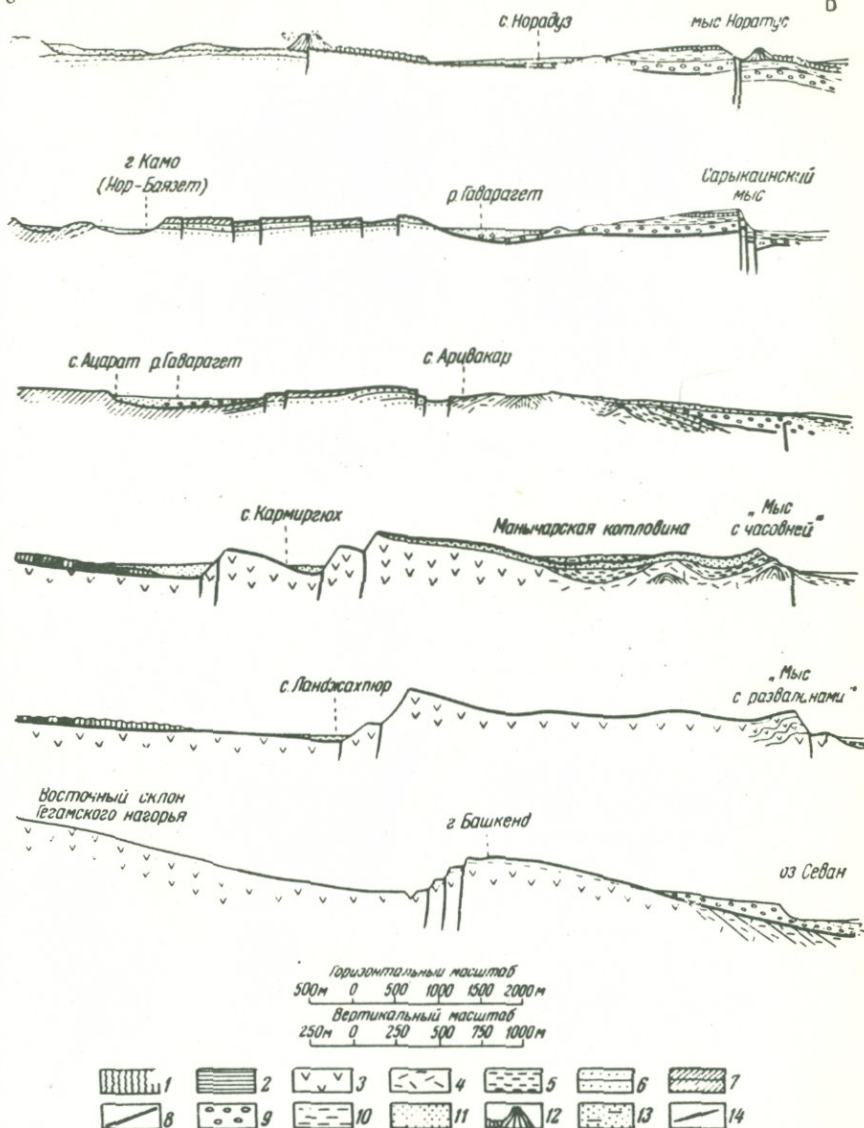


Рис. 7. Геологические профили западного побережья Большого Севана (район города Камо). Составил Е. Е. Милановский

1 — сармат, морские отложения; 2—4 — верхний миоцен — нижний плиоцен (2 — озерные отложения, 3 — андезиты и другие лавы, 4 — туфобрекчин и туфы вохчабердской свиты); 5 — нижний — средний (?) плиоцен — озерные отложения с пемзой и галькой липаритов; 6—8 — верхний плиоцен (6 — озерные, пролювиальные, аллювиальные отложения; 7 — лавы, шлаки, пирокластиты; 8 — маньчарский покров андезитов-базальтовых лав); 9 — верхний плиоцен (апшерон) — нижний плейстоцен — гальчаники; 10 — плейстоцен (10 — песчано-алевритовые озерные отложения, 11 — аллювиальные отложения); 12 — плейстоцен — голоцен (андезитовые лавы и шлаковые конусы); 13 — голоцен (современные аллювиальные, делювиальные, озерные отложения); 14 — тектонические разрывы антропогенного возраста

натриево-магниево-кальциевыми (Личк-Мартуни), гидрокарбонатно-хлоридными натриево-кальциево-магниевыми (Севан) и сульфатно-гидрокарбонатными кальциево-натриево-магниевыми (Гридзор) разновидностями. Дебиты источников Мартуни, Личк и Гаварагет до проведения буровых работ были ничтожными. Суммарный дебит источников ущелья Гридзор доходит до 1 л/сек.

Учитывая тесную взаимосвязь ресурсов пресных подземных вод и термоминеральных потоков, целесообразно рассмотреть некоторые статьи водного баланса водонапорных систем.

Показатели водного баланса и естественных ресурсов подземных вод по некоторым бассейнам и участкам Севанского прогиба приводятся в приложении 4.

Как видно из таблицы, у с.Кахси в водном балансе бассейна р. Раздан наблюдается дефицит воды в количестве $0,9 \text{ м}^3 / \text{сек}$. Это явление привлекло внимание ряда исследователей, в результате чего была доказана обусловленность этого дефицита оттоком вод из озера Севан. Исследованиями, проведенными под руководством автора настоящей работы, было доказано, что отток в основном происходит по древнему руслу р. Раздан. Были выявлены контуры погребенного русла и установлено примерное количество воды, вытекающей в виде подземного потока из оз. Севан (около $1,5 \text{ м}^3 / \text{сек}$).

Севанская зона завершается наиболее приподнятым поперечным Далидагским сегментом и Акеринским обширным прогибом. Эти два участка нами не рассматриваются.

ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО УЧАСТКА ЛИЧКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

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.

Геологический разрез района Личкского месторождения углекислых вод снизу вверх представлен породами среднего эоцена (t_2), состоящими из толщ серых порфиритов, их туфов и туфобрекчий, кварцевых и плагиоклазовых порфиритов, мощностью около 1000 м. Отложения эоцена интенсивно дислоцированы. На их эродированную поверхность налегают туфобрекчии олигоцена, согласно перекрываемые андезитами. Неогеновые породы начинаются пемзовыми песчаниками (миоцен–плиоцен) мощностью до 50 м, затем идут андезиты нижнеплиоценового возраста, видимой мощностью до 400 м, перекрываемые толщей (300 м) туфов и туфобрекчий. Плиоценовые образования венчаются липаритами и липаритодацитами мощностью 300–350 м. Широкое распространение имеют четвертичные лавы (нижний плейстоцен), изливавшиеся из различных вулканических конусов и перекрывавшие древний рельеф. Общая мощ–

ность лав составляет 150–200 м. По составу лавы относятся к базальтам и андезито–базальтам.

Значительное распространение в районе имеют ледниковые моренные и флювиогляциальные отложения (40–50 м). Современные отложения представлены речными, озерными, элювиально–делювиальными наносами – галечниками, песчано–глинистыми породами. Интрузивные породы, прорывающие вулканогенные отложения, представлены гранодиоритами и серией даек мощностью от 0,2 до 2,5 м.

В 1968–70 гг. по результатам детальной гидрогеологической разведки изучены геолого–гидрогеологические условия Центрального участка Личского месторождения углекислых минеральных вод.

В геологическом строении Центрального участка Личского месторождения участвуют главным образом четвертичные отложения, состоящие из пород самых разнообразных фаций: озерных и озерно–речных глин, песков, галечников, аллювиальных, пролювиальных и делювиальных образований, потоков и покровов лав различного состава.

Сводный геологический разрез Центрального участка Личского месторождения до изученной глубины (405 м) снизу вверх состоит из мощной толщи четвертичных образований, представленных переслаиванием валунно–галечных образований с песчано–глинистым и суглинистым заполнителем.

Весь комплекс четвертичных отложений по возрастному признаку подразделяется на:

- а) нижнечетвертичные ($Q_1 - Q_2$) озерные, озерно–речные и лавовые образования;
- б) современные (Q_4) аллювиальные, пролювиальные и делювиальные рыхлообломочные образования.

Среди лавовых пород в разрезах скважин выделяются андезито–базальты Агмаганского и Гехаркуникского типов.

Лавы Гехаркуникского типа проникают в пределы Центрального участка с севера, северо–запада и вскрываются скважинами (5–Р, 6–Р) на глубинах 150–156 м, достигая мощностей 14–20 м. Представлены они в основном плотными андезито–базальтами серого цвета с глыбовой отдельностью (приложение 5).

Лавы Агмаганского типа обнажаются на поверхности, а также вскрываются скважинами до глубин 60 – 65 м. Они представлены потоками вулкана, возвышающегося в 10 км к югу

от Центрального участка. Лавы, ²излившиеся из этого центра, занимают площадь более 100 км². По петрографическому составу лавы являются андезитами и андезито-базальтами.

Комплекс рыхлообломочных отложений включает пласты, пропластки и линзы разнозернистых песков, песчанистых и пластичных глин, а также валунов, галек, галечников размером от 1 до 45–50 см. Обломочный материал состоит главным образом из андезитов и андезито-базальтов.

В тектоническом отношении Центральный участок Личкского месторождения занимает западную часть крупного неогенового прогиба Большого Севана, наложенного на верхнемеловой-эоценовый структурный этаж.

Выходы минеральных источников в эрозионных долинах рек и множество грифонов, обнаруженных вдоль берега оз. Севан в исследованном районе, объяснялись наличием разрывных нарушений, обуславливающих сбросовый характер южного и западного крыльев впадин Большого Севана.

Геофизическими работами, проведенными в начале геолого-разведочных работ на Личкском месторождении углекислых минеральных вод, в фундаменте неогеновой впадины Большого Севана, между поселком Мартуни и с. Цаккар, в районе с. Личк, было установлено наличие крупного прогиба-грабена с осью, имеющей северо-западное простирание.

Согласно детальным геофизическим исследованиям Личкский прогиб представляет собой грабен шириной 1,5 – 2 км, ограниченный с северо-востока и юго-запада зонами тектонических нарушений общекавказского направления. Амплитуда смещения основания грабена по кровле эоценовых порфиритов на участке сел. Цаккар – пос. Мартуни составляет свыше 500 м (рис. 8).

Весь неогеновый прогиб перекрыт миоплиоценовыми и постплиоценовыми пресноводно-озерными и вулканогенно-пролювиальными образованиями. Общая мощность их, по данным электро- и магниторазведочных геофизических работ в Личкском грабене доходит до 1500 м, в участках западного борта грабена мощность их 1000 м, а в восточных участках уменьшается до 500 м.

Согласно геофизическим и геологоразведочным исследованиям тектонические нарушения развиты в основном в скальных породах основания неогенового прогиба Большого Севана и, по всей вероятности, не затрагивают собственно рыхлооб-

ломочные отложения, заполнившие весь неогеновый прогиб.

Гидрогеологическими исследованиями установлена ведущая роль этой зоны в формировании Личского месторождения минеральных вод, поскольку с ней связаны основные пути внедрения в рыхлообломочный чехол восходящих углекислых минеральных вод. Подробно этот вопрос будет рассмотрен отдельно, однако здесь необходимо указать, что, к сожалению, ни одна скважина на месторождении (из-за малых их глубин) не пересекала всю мощность вулканогенно-рыхлых отложений и соответственно не вошла в породы эоценового фундамента.

В соответствии с результатами опытных исследований установлена специфика движения глубинных минеральных вод, что позволило отнести Личское месторождение углекислых минеральных вод к месторождениям с гидроинжекционным типом разгрузки.

В пределах Центрального участка Личского месторождения удастся проследить сверху вниз три характерные водоносные зоны, образующие в целом гидравлически единый водоносный комплекс (приложения 5 и 6).

Верхняя водоносная зона мощностью 15 - 47 м расположена на глубинах 11 - 35 м. Водовмещающие породы в ней представлены четвертичными озерно-речными отложениями в виде валунов, галек изверженных пород, разнозернистых песков, пластов, пропластков, линз, пластичных и песчанистых глин, а также потоков андезито-базальтовых лав. Зона большей части Центрального участка содержит преимущественно напорные пресные воды гидрокарбонатно-кальциевого состава. Минерализация вод составляет 0,4 - 0,5 г/л, температура - 11 - 12° С. Исключение составляет скв. 3-Р, где минерализация воды доходит до 2,1 г/л, а количество свободного CO_2 - 1 г/л. Об этой аномалии будет сказано отдельно.

Дебиты самоизливающихся скважин колеблются от 0,6 л/сек (скв. 3-Р с условной отметкой устья 1010 м) до 1,5 л/сек (скв. 1-Р с условной отметкой устья 1015 м).

В формировании естественных ресурсов данной зоны важную роль играют пресные воды лавовых образований, поступающие в Личскую впадину со стороны Гегамского вулканического нагорья.

В пределах Центрального участка с андезито-базальтовыми лавами вулкана Агмаган связаны естественные источники с дебитом до 400 л/сек (западнее скв. 1-Р).

Средняя водоносная зона, представлена породами, аналогичными породам верхней зоны. Прослеженная ее мощность -

63 – 94 м, глубина вскрытия 60 – 74 м. Здесь на отдельных участках глины образуют локальные вздутия до 35 – 40 м (скв. 5-Р). Андезито-базальтовые лавы в виде внутриформационных потоков вскрыты на глубинах от 154 до 175 м..

Согласно данным пробных выпусков, эта водоносная зона повсеместно содержит углекислые воды гидрокарбонатно-хлоридного натриево-магниевого состава. Минерализация вод изменяется от 2,5 г/л в юго-западных частях Центрального участка (скв. 4-Р) до 3,2 – 3,5 г/л – в северо-западных (скв. 1-Р, 2-Р) и 4,3 г/л в северо-восточных его частях (скв. 3-Р) (приложение 6). В этом же направлении отмечается рост температуры подземных вод: от 12°С (скв. 4-Р, 1-Р) до 16°С (скв. 2-Р, 3-Р).

Содержание растворенной в воде CO_2 при изливе на поверхность колеблется от 0,8–1,0 г/л в скважинах 1-Р и 4-Р до 1,4–2,5 г/л в скважинах 2-Р и 3-Р. Максимальная концентрация углекислоты определена в крайней, северо-восточной части данного участка, в скважине 3-Р.

Дебиты фонтанирующих скважин в данном случае изменяются в широких пределах – от 2 до 6 л/сек. Минимальные значения дебитов 2,2 – 2,5 л/сек с понижением уровня на 0,9 м соответствуют юго-западному и северо-западному флангам. Наибольшие значения дебитов 3,6 – 6 л/сек с максимальным понижением уровня 1,7 м отмечены на север-северо-востоке месторождения, в скважинах 2-Р и 3-Р с условными отметками устьев 1016 и 1010 м. Здесь водоносная зона вскрыта на глубине 145 и 162 м.

Гидрогеологические исследования показали, что на месторождении резко изолированных горизонтов нет, и все три водоносные зоны фактически составляют гидравлически единый водоносный комплекс. Наиболее полные опытные гидрогеологические работы на скважинах Центрального участка Личкского месторождения углекислых вод проводились после вскрытия основной, третьей водоносной зоны.

Нижняя водоносная зона в пределах Центрального участка Личкского месторождения является основным продуктивным интервалом, содержащим высококачественные минеральные воды. Глубина вскрытия данной зоны изменяется от 145 до 215 м. Мощность ее колеблется от 15 до 75 м.

Водовмещающие толщи представлены валунно-галечными и песчаными отложениями, разделенными пластами, пропласт-

ками и линзами глин. Подстилающие их породы во всех скважинах представлены плотными глинами мощностью от 20 до 40 м (приложение 5).

К зоне приурочены кремнистые углекислые (общее газосодержание 5,0–10,0 г/л) гидрокарбонатно-хлоридные или хлоридно-гидрокарбонатные натриево-магниевые-кальциевые минеральные воды (табл. 1 и приложение 3).

Минерализация вод нарастает в направлении к югу и юго-востоку (8,3 г/л), а минимальная минерализация (3,8 г/л) отмечена в скважине 7-Р на северо-западе участка.

Из специфических микроэлементов в Личкских водах определены: бор – 10,0 – 15,0 мг/л, бром – 1,0 – 20,0 мг/л, йод – 0,05 – 0,8 мг/л и железо – 0,3 – 40,0 мг/л.

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 минеральных 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 для 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 минеральных вод. В частности, анализ карты изопьез (рис. 9) 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.

Основные гидрогеологические показатели по водоносным зонам
Центрального участка Личского месторождения минеральных вод

№ водоносных зон	Глубина вскрытия водоносных зон, м	Мощность водо-вмещающих пород, м	Глубина появления воды, м	Минерализация вод, г/л	CO ₂ раств., г/л	Температура вод, °C	Дебит воды, л/сек (самонизлив)	H ₂ SiO ₃ мг/л	Формула химического состава
I	11-35	15-47	11-15	0,4-2,1	0-1,0	11,0-12,4	0,6-1,5	48,8	$M_{0,4} \frac{HCO_3^{71} C_{28}}{(Na+K)_{53} Mg_{27} Ca_{20}}$
II	60-74	63-94	61-68	2,5-4,3	0,8-2,5	12,4-16	2,2-6,0	89,2	$M_{2,1} \frac{HCO_3^{54} C_{45}}{(Na+K)_{67} Mg_{17} Ca_{15}}$
									$M_{2,5} \frac{HCO_3^{61} C_{39}}{(Na+K)_{45} Mg_{29} Ca_{26}}$
								124,8	$M_{4,3} \frac{HCO_3^{54} C_{45}}{(Na+K)_{61} Mg_{21} Ca_{18}}$
III	145-210	15-75/140	150	3,8-8,3	1,6-2,0	18-26	5,0-17,0	114,4	$M_{3,8} \frac{HCO_3^{69} C_{29}}{Mg_{39} (Na+K)_{36} Ca_{23}}$
	215-285								$M_{8,3} \frac{C_{58} HCO_3^{40}}{(Na+K)_{62} Ca_{18} Mg_{16}}$

подземных вод вдоль всей береговой линии озера практически повторяют контуры границ названного водоема (рис. 9).

В районе скважин 5-Р и 6-Р прослеживаются своеобразные изгибы, "мысы", сформированные изопъезами 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 уже только названный факт, можно говорить о том, что внедрение минеральных 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. 10). Здесь, на участке скважин 4-Р и 2-Р, гидравлический уклон составляет 0,0026, в то время как между скважинами 2-Р и 3-Р градиент резко возрастает, составляя 0,0058.

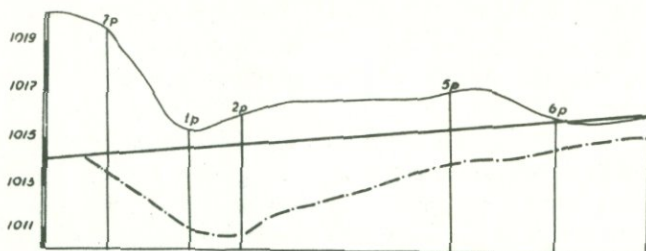
Такая смена гидравлических уклонов в фильтрационно однородной толще также свидетельствует о наличии некоторой глубокопогруженной зоны разгрузки подземных вод (Вартанян, 1973).

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

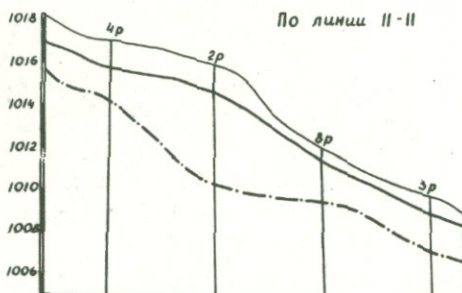
Сопоставление этих данных с результатами гидротермических и гидрохимических исследований подтверждает этот вывод. Такое сопоставление будет выполнено ниже.

Латеральное движение скрытно разгружающихся минеральных вод осуществляется в север-северо-западном направлении с соответствующим растеканием на северо-восток и северо-запад. Здесь 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 направление, что, по всей видимости, характеризует подземный поток пресных вод, поступающих от местной области питания - лавового потока вулкана Агмаган, в



По линии II-II



1 $\boxed{5p \text{ Н.ст.}}$ 2 $\boxed{\text{—}}$ 3 $\boxed{\text{---}}$

Рис. 10. Центральный участок Личкского месторождения минеральных вод. Разрезы уровней минеральных вод. Сост. Р. Б. Ядоян, 1976 г.

1. Номер скважины. 2. Уровень минеральных вод в ненарушенном состоянии, Н. стат. 3. То же после проведения опыта (выпуски) Н. дин.

сторону базиса 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, основ-

ными 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 минеральных 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.

Как показано на геолого-гидрогеологическом разрезе по линиям 1-1 и П-П (рис. 11), между скважинами 5-Р и 6-Р и в районе скв. 8-Р линии равных минерализаций образуют куполовидную аномалию, свидетельствующую о подземной разгрузке в третью водоносную зону восходящих минеральных растворов продуктивной тектонической зоны, намеченной по геофизическим данным.

На северо-запад и юго-запад от этой аномалии наблюдается постепенное снижение величин минерализации до 7, 6, 5 и 4 г/л. Наименьшая из них зафиксирована в крайней северо-западной скважине 7-Р (3,8 г/л). Иные условия имеют место на северо-восточном фланге месторождения. Здесь изолинии минерализации образуют вторичный "купол" (изолинии 2, 3, 4, 5 г/л) за счет резкого смещения вверх границы вод повышенной минерализации. Это смещение обусловило рост минерализации подземных вод второй и первой зон, вскрытых скважиной 3-Р, где величина общей минерализации составила 4,3 г/л во 2-ой зоне и 2,1 г/л - в первой. Аналогичная картина характерна и для распределения общей газонасыщенности и температур подземных минеральных вод (рис. 12).

Таким образом, можно констатировать, что, несмотря на наличие глинистых пропластков и линз в пределах данного месторождения, между всеми рассмотренными водоносными зонами существует тесная гидравлическая связь.

Опытные исследования водоносности третьей зоны выявили ту же закономерность в распределении дебитов скважин, что и для напоров минерализации и температур подземных вод.

Максимальные дебиты минеральных вод изученной территории в момент их вскрытия при свободном изливе составляли:

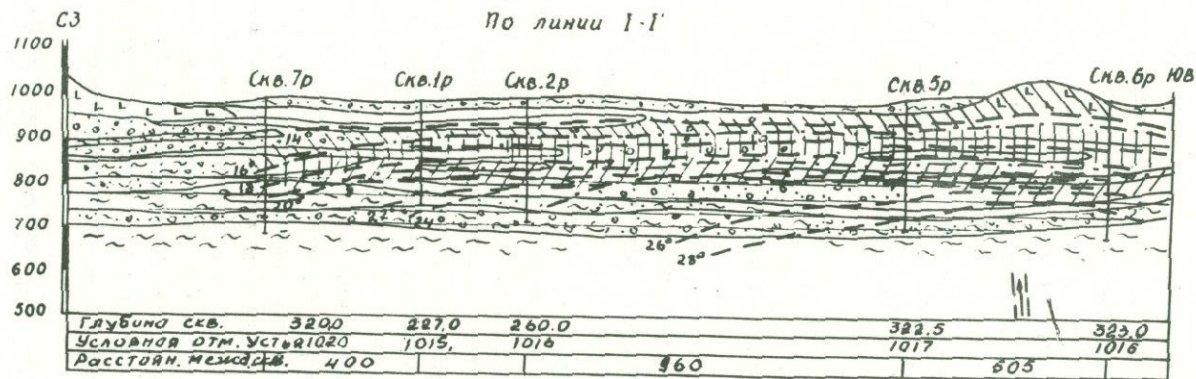
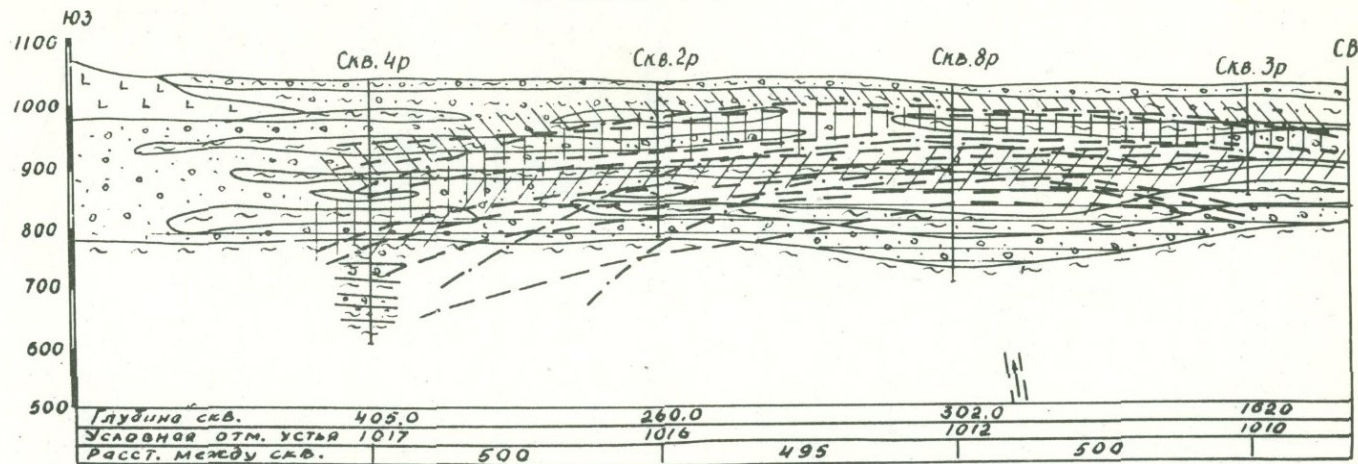


Рис. 11. Центральный участок Личского месторождения углекислых минеральных вод. Схематические разрезы гидротермического и гидрохимического полей. Сост. Р. Б. Ядоян, 1976 г.

1. Валунно-галечные отложения изверженных пород: а) с песчаным заполнителем; б) с

По линии II-II'



глинистым заполнителем. 2. Песок разномзернистый. 3. Глина: а) плотная; б) песчанистая. 4. Галечник изверженных пород. 5. Андезиты и андезито-базальты: а) агмаганского типа; б) гехаркунского типа. 6. Изолинии минерализации в г/л. 7. Изотермы °С. 8. Предполагаемое место нарушения и направление движения восходящих минеральных вод. 9. Номер скважины. Минерализация. 10. 3 г/л. 11. 3-5 г/л. 12. 5-7 г/л. 13. > 7 г/л.

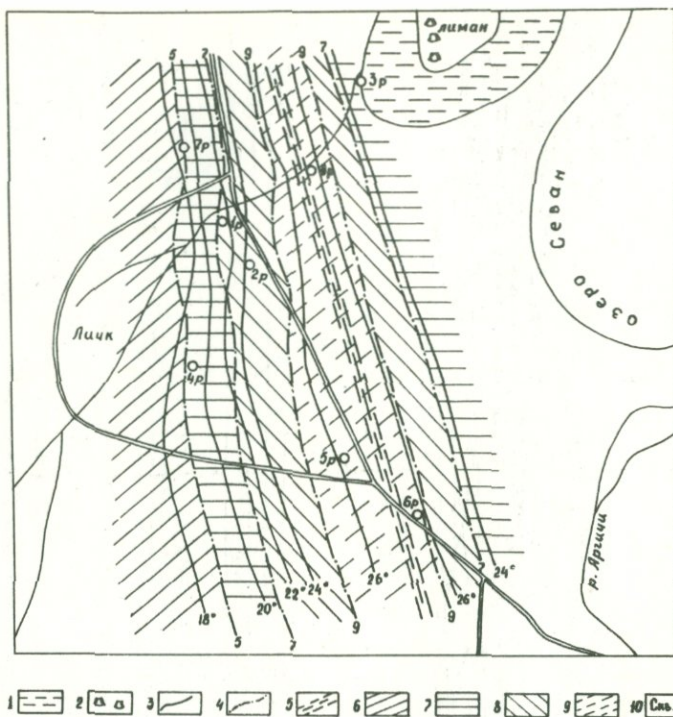


Рис. 12. Центральный участок Личкского месторождения углекислых минеральных вод. Схематическая карта гидрогазохимического и геотермического полей. Сост. Р.Б. Ядоян, 1976 г.

1. Участок площадной разгрузки минеральных вод (заболоченность). 2. Субаквальная разгрузка минеральных вод (грифоны). 3. Изотермы $^{\circ}\text{C}$. 4. Линии газонасыщенности в г/л. 5. Линия тектонического нарушения. Газонасыщенность, 6. < 5 г/л. 7. $5-7$ г/л. 8. $7-9$ г/л. 9. > 9 г/л. 10. Номер скважины.

на север-северо-западном фланге - $2,5 - 11$ л/сек (скв. 7-Р, 4-Р и 1-Р), юг-юго-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).

Таблица 2

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

Номера разведочных скважин	Глубина дегазации в метрах		Глубина погружения пьезометров, 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	49,3	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

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. 13, с ростом величин газонасыщенности и температуры воды (условный коэффициент CO_2 общ. $\times T^{\circ}\text{C}$) отмечается общее возрастание газлифтного излива и наоборот.

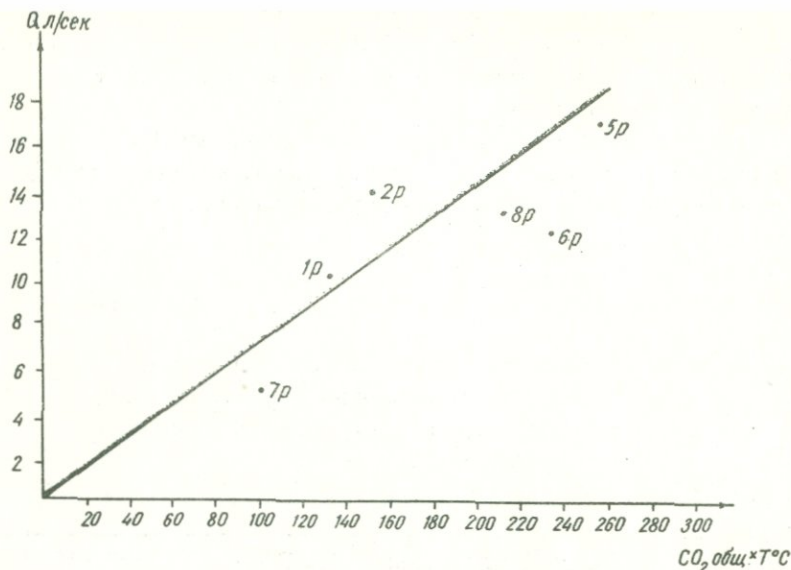
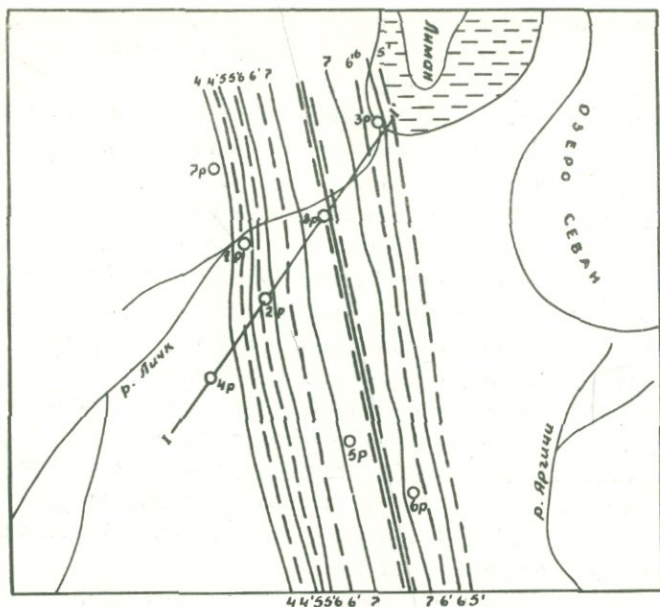


Рис. 13. Центральный участок Личкского месторождения углекислых вод. График зависимости газлифтного излива минеральной воды от условного коэффициента ($CO_2 \text{ общ.} \times T^\circ C$). Сост. Р. Б. Ядоян, 1976 г.

Многолетнее изучение месторождения минеральных вод свидетельствует о значительной стабильности его гидродинамических и гидрохимических показателей во времени, чем доказывается непрерывное поступление и восполнение естественных ресурсов минеральных вод за счет глубинной составляющей (приложения 8 и 9).

В период опытных выпусков на северо-западном фланге месторождения наметилось некоторое падение минерализации (с 6,3 до 4,2 г/л), связанное, по-видимому, с подтягиванием фронта пресных вод из района скважины 1-Р. Далее (в апреле 1970 г.) наступила полная стабилизация всех гидродинамических, температурных и гидрохимических показателей по месторождению в целом, о чем свидетельствует в первую очередь сопоставление характера распределения изолиний условной минерализации (сумма ионов $HCO_3 + Cl + Na$), построенных на момент вскрытия третьей водоносной зоны, с ее положением



Разрез по линии 1-1'

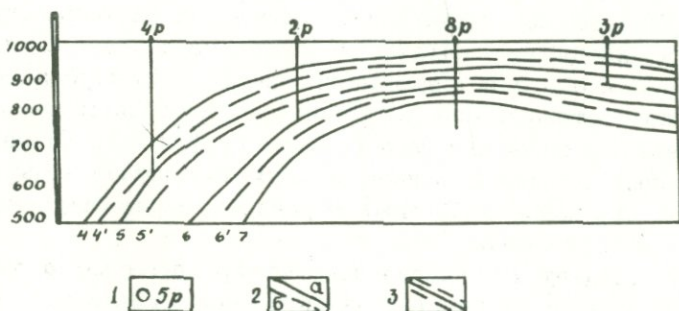


Рис. 14. Центральный участок Личского месторождения минеральных вод. Схематическая карта распространения полей условной минерализации. Сост. Р. Б. Ядоян, 1976 г.

1. Номер скважины. 2. а) Условия минерализации ($\text{HCO}_3 + \text{Cl} + \text{Na}$) в г/л до проведения опытных работ; б) То же после проведения опыта выпуски. 3. Линия тектонического нарушения.

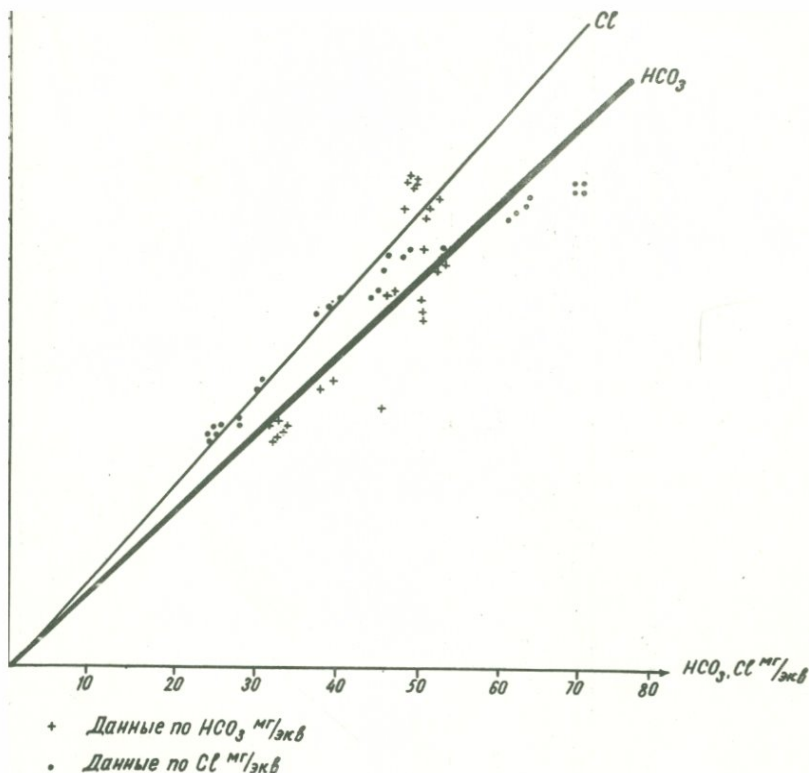
в период опытно-эксплуатационного выпуска с 30 июля по 30 сентября 1971 г. Кроме этого положения, схематическая карта и разрез распространения полей условной минерализации хорошо иллюстрирует и ориентацию (расположение) водовыводящей тектонической зоны Центрального участка Личского месторождения (рис. 14).

Следует отметить, что в процессе опытно-эксплуатационного выпуска период стабилизации положения изолинии минерализации участка соответствует времени стабилизации воронки депрессии. Последнее также свидетельствует о гидроинжекционной природе рассматриваемого месторождения.

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 всей вероятности, глубинный углекислый газ метаморфогенной природы.

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 использованием данных по составу воды из различных скважин, отобранных в различные периоды времени (рис. 15, приложение 10).

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 можно отнести к прислоненному типу. По имеющимся данным, продуктивным является северо-восточный шов впадины. Купол



р. 15. Личское месторождение углекислых вод. График смешения подземных вод. Сост. Р. Б. Ядоян, 1976 г.

ходящих минеральных вод под действием напоров с юго-тока и с запад-юго-запада вытянут на север-северо-вос-. Следовательно, по ориентации очага разгрузки на участ-имеется прибортовой подтип прислоненного типа с комби-ованным латеральным движением минеральных вод в гори-те-реципиенте.

Подсчет запасов минеральных вод Центрального участка-ского месторождения углекислых вод произведен по гид-лическому методу и утвержден в ГКЗ СССР в количестве 3 м³/сут. Ресурсы месторождения не оценивались, одна-можно утверждать, что утвержденные запасы далеки от

Таблица 3

Сводная таблица
гидрогеологических показателей Центрального участка Личского месторождения

№ скв.	Условные отметки устьев, м	Напоры в условных отметках, м	Минерализация воды, г/л	Температура воды, °С	Общая газонасыщенность, г/л	Растворенная CO ₂ , г/л	Дебит воды, л/сек	Глубина кровли основной зоны, м	Уровни в метрах		Понижение уровня, м
									Н ст.	Н дн.	
1-Р	1015,0	1014,5	6,3	20,2	7,3	2,6	11,4	150	-0,5	-4,24	3,73
2-Р	1016,0	1014,8	6,8	23,4	7,2	2,3	13,9	153	-1,2	-5,70	4,50
3-Р	1010,0	1008,9	4,3	16,5	6,4	2,5	6,0	-	-1,1	-2,80	1,70
4-Р	1017,0	1016,0	4,7	25,5	5,2	1,6	2,5	166	-1,04	-2,80	1,76
5-Р	1017,0	1015,6	8,3	25,8	10,0	1,6	17,0	210	-1,4	-3,2	1,80
6-Р	1016,0	1016,0	7,2	28,4	9,0	2,0	12,0	175	+0,1	-1,4	1,50
7-Р	1020,0	1014,2	3,8	20,8	5,0	2,0	5,0	200	-5,8	-6,70	0,90
8-Р	1012,0	1011,4	7,8	26,8	9,3	1,9	12,5	145	-0,6	-2,40	1,80

Примечание: приведены максимальные значения дебитов, температур и минерализации.

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.¹ Бурение таких скважин даст возможность полностью охарактеризовать как участок, так и месторождение в целом.² При дальнейшем исследовании месторождения как для наращивания запасов, так и выявления высокотермальных разнородностей 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 Личский 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 рек Куручай 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 необходимо заложить с расчетом пересечения подошвы Личского грабена, где и можно ожидать подземные воды с наиболее высокими температурами.

В настоящее время, по имеющимся данным, продуктивным считается северо-восточный шов Личского 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.

ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
СЕВАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Севанское месторождение углекислых вод расположено на западном побережье оз. Севан, у подножия восточных склонов Гегамского вулканического нагорья, в районе г. Камо. Нагорье представляет собой выпуклое плато (высотой до 3000 м) с бугристым вулканическим рельефом, возвышающимися вулканическими вершинами. Наиболее высокая из них – вершина Аждаак, с отметкой 3598 м. Северо-восточный склон Гегамского нагорья осложнен небольшими самостоятельными лавовыми возвышенностями (Ераблур и др.) с высотами 2458 – 2522 м. Северный район сложен самыми молодыми лавами, которые сохранили форму вулканического рельефа, а южный – вулканическими породами более древних излияний. Вулканические вершины Гегамского нагорья сильно сглажены, кратерные воронки заполнены обломочным материалом, а склоны гор изрезаны многочисленными долинами и оврагами, постепенно переходящими в прибрежную равнину оз. Севан.

Абсолютные отметки рельефа на месторождении составляют 2025 – 2100 м.

Самыми древними породами изученной части геологического разреза Севанского месторождения углекислых минеральных вод являются верхнеэоценовые–олигоценовые, сильно измененные, пиритизированные порфириты зеленовато-серого цвета. Мощность их здесь доходит до 450 м.

В ядре небольшой антиклинальной складки северо-западного простиранья, у с. Арцвакар, обнажаются породы верхнего миоцена, представленные мшанковыми известняками, глинами и мергелями. В 6 км к юго-востоку от с. Арцвакар, в сводовой части антиклинали, вскрываются мергелистые глины,

известняки и песчанистые известняки осадочной фации нижнеплиоценового возраста. Вулканические породы этого же возраста имеют более широкое распространение и представлены андезитами, туфами, туфобрекчиями и мандельштейновыми базальтами с общей видимой мощностью до 400 м. Нижний-средний плиоцен мощностью 300–350 м в районе представлен липаритами, липарито-дацитами. Стратиграфически выше залегают озерные пески и песчаники с прослойками диатомитов, известняков и ракушечников. Эта толща мощностью до 100 м в исследуемом районе имеет широкое развитие между селами Норадуз и Арцвакар. Их перекрывают залегающие с угловым несогласием туфогенные песчаники и пески с прослойками гальки и гравия верхнеплиоценового возраста. Свита этих пород прослеживается по обоим берегам р. Гаварагет и узкой полосой окаймляет поток лав Нор-Баязетского типа. Мощность этой свиты 70–100 м, на западе она покрыта вулканическими песками и лавами Ераблурского типа. Нижний плейстоцен представлен двумя андезито-базальтовыми потоками Манычарского и Гехаркуникского типов, характеризующимися столбчатой и глыбовой отдельностью. Мощность этих лав достигает до 200 м и в их основании выходят высокодебитные родники пресных вод. Галечниковые отложения среднего плейстоцена в районе перекрываются лавовым покровом Нор-Баязетского типа. Андезиты и андезито-базальты обнажаются лентообразной полосой между с. Арцвакар и г. Камо по обоим берегам р. Гаварагет (60 м). На поверхности плейстоценовых лав, на восточных склонах Гегамского нагорья широко развиты ледниковые отложения (40–50 м). Современные отложения в исследуемом районе выражены аллювиально-делювиальными наносами.

Севанское месторождение углекислых вод в геолого-структурном отношении приурочено к западному крылу впадины Большого Севана. Породы впадины здесь собраны в ряд мелких антиклинальных складок северо-западного простирания и осложнены разрывными нарушениями. В районе месторождения имеются три сбросовых ступени: одна из них – Манычарская наклонная равнина, вторая – Норадузская равнина, третья – дно озера. Выделяется нарушение субширотного простирания, проходящее через г. Камо и исследуемое Севанское месторождение минеральных вод. В качестве предпосылок для выделения данного нарушения послужила прямолинейность доли-

ны безымянного притока и самой р. Гаварагет на протяжении около 5 км. Эта долина проложена в основном в массивных четвертичных базальтах Нор-Баязетского типа. Причем ущелье р. Гаварагет врезано в эти базальты и подстилающие их лимнические отложения на глубину до 200–250 м. Последнее свидетельствует об избирательном размыве жестких пород четвертичного возраста вдоль некоторой, сравнительно прямолинейной зоны нарушения.

Севанское месторождение углекислых вод разведано в довольно глубокой и относительно широкой ящикообразной долине р. Гаварагет, имеющей тектоническую природу. Месторождение расположено в пределах северного крыла небольшой асимметричной Гаварагетской впадины, являющейся частью межгорной Севанской котловины.

Геологическое строение Севанского месторождения углекислых минеральных вод изучено детально геологической разведкой, осуществляющейся в 1971–72 гг.

В стратиграфическом разрезе здесь снизу вверх выделяют следующие комплексы пород:

1. Озерные образования верхнего плиоцена–нижнего плейстоцена (N_2-Q_1), представленные уплотненными песчанистыми глинами с отдельными включениями валунов, галек, гравия, плотными глинами, глинистыми песками, конгломератами на песчано-глинистом цементе. Данные образования вскрыты всеми буровыми скважинами на глубинах от 54 до 245 м. Мощность их превышает 200 м.

2. Аллювиальные отложения погребенного древнего русла Палеогаварагет, представленные валунно-галечными и песчано-глинистыми наносными образованиями. Возраст их определен как нижне-среднечетвертичный. Согласно предположениям Е. Е. Милановского (1962), некоторое время р. Гаварагет текла от г. Камо не к востоку, а к северо-западу по древней долине Палеогаварагета. Позднее, в среднем или верхнем плейстоцене, в связи с опусканием поверхности к югу от г. Камо по сбросам в районе нынешнего города и к востоку от него образовалась современная долина прорыва между г. Камо и с. Арцвакар.

3. Андезито-базальты Ераблурского типа в виде бугристых разновидностей, связанных с различными периодами излияния вулканических аппаратов. Эти вулканические сооружения расположены в 4–6 км к северо-востоку от горы Шишкая.

Первый поток залегает в интервалах глубин от 2 – 32 до 23 – 112 м, второй – от 73 – 127 до 108 – 165 м, третий – от 120 – 165 до 127 – 191 м.

Между излияниями существовали периоды перерыва, во время которых на берегах Большого Севана господствовали процессы озерной аккумуляции. При этом на отдельных участках формировались линзы и пропластки песчанистых глин с включением валунов, галек, гравия мощностью от 5 до 76 м.

Андезито-базальты представляют собой массивную породу серого, темно-серого цвета, в отдельных интервалах сильно ошлакованную (в основном между потоками различных излияний). Отмечается интенсивная трещиноватость пород близвертикального падения. Нередко трещины зияющие. Местами они выполнены минеральными новообразованиями (карбонатами, хлоритом и др.). В ошлакованной части породы серого, местами красно-бурого цвета, андезито-базальты сильно пористые, трещиноватые.

4. Современные рыхлообломочные образования представлены валунно-галечными и песчано-суглинистыми аллювиально-делювиальными отложениями. Мощность отложений на различных участках месторождения колеблется от 5 до 35 м.

Помимо описанных комплексов пород, вскрытых скважинами в долине р. Гаварагет, на участке месторождения выделяются андезито-базальтовые лавы Нор-Баязетского типа, слагающие верхние части бортов долины. Возраст их, согласно исследованиям С. П. Бальяна (1962), датируется как верхнеплейстоценовый (Q_3). Мощность лав колеблется в широких пределах – от 5 до 50 м. Верхняя часть потока представлена крупноглыбовой отдельностью, нижняя часть – очень пористая и характеризуется агломератовой текстурой. Как правило, это массивные породы с избытком пор, иногда заполненных кальцитом.

В структурном отношении месторождение приурочено к северному крылу небольшой Гаварагетской впадины, представляющей собой односторонний грабен, заполненный четвертичными озерно-речными флювио-гляциальными и вулканогенными образованиями (Милановский, 1962).

Гаварагетская впадина интенсивно опускается до настоящего времени. В рельефе она выражена совершенно плоской аккумулятивной равниной, по которой меандрирует р. Гаварагет.

В центральной части Гаварагетской впадины, вдоль ее оси,

выступает асимметричная гряда активно развивающегося в настоящее время горста. Вдоль западного крыла данной структуры отмечен разлом с амплитудой до 100–150 м.

По Е. Е. Милановскому (1962), заложение меридиональной долины р. Гаварагет было связано с формированием асимметричного и осложненного системой продольных разломов меридионального прогиба.

Этот процесс начался не раньше плейстоцена, так как сбросовые уступы и долина р. Гаварагет явно моложе систем широтных долин, пересекающих Гехаркуникскую гряду.

Севанское месторождение углекислых вод разведано на территории г. Камо, в долине прорыва р. Гаварагет, являющейся продолжением субширотной долины безымянного притока (рис. 16). На этом участке отмечается резкий поворот реки к востоку по направлению к селу Арцвакар. Долина здесь прямолинейная, довольно глубокая (40–50 м), шириной до 300–500 м. Борта долины крутые, почти вертикальные. Пойма реки быстро выклинивается.

Наличие на данном участке зон тектонического нарушения, помимо указанных выше факторов, подтверждается также рядом гидрогеологических показателей, среди которых необходимо отметить следующие:

- наличие в верхних горизонтах месторождения узкого прямолинейного потока пресных вод, направленного с запада на восток;

- наличие в нижних горизонтах месторождений узкой, вытянутой вдоль долины р. Гаварагет, гидрохимической аномалии, связанной с развитием углекислых минеральных вод;

- наличие узкой, вытянутой вдоль долины р. Гаварагет гидротермической аномалии;

- "Сжатость" и деформированность потока углекислых минеральных вод в нижних этажах месторождения;

- ограниченность подземных минеральных вод месторождений на северо-западном и юго-восточном флангах безводными, "сухими" блоками горных пород.

Анализ результатов детальной гидрогеологической разведки позволил выделить в пределах Севанского месторождения три взаимосвязанных водоносных интервала, приуроченных к андезито-базальтовым лавам Ераблурского типа (приложение 11). Верхний водоносный интервал вскрыт всеми скважинами на глубине от 5 до 35 м. Представлен он в основном трещи-

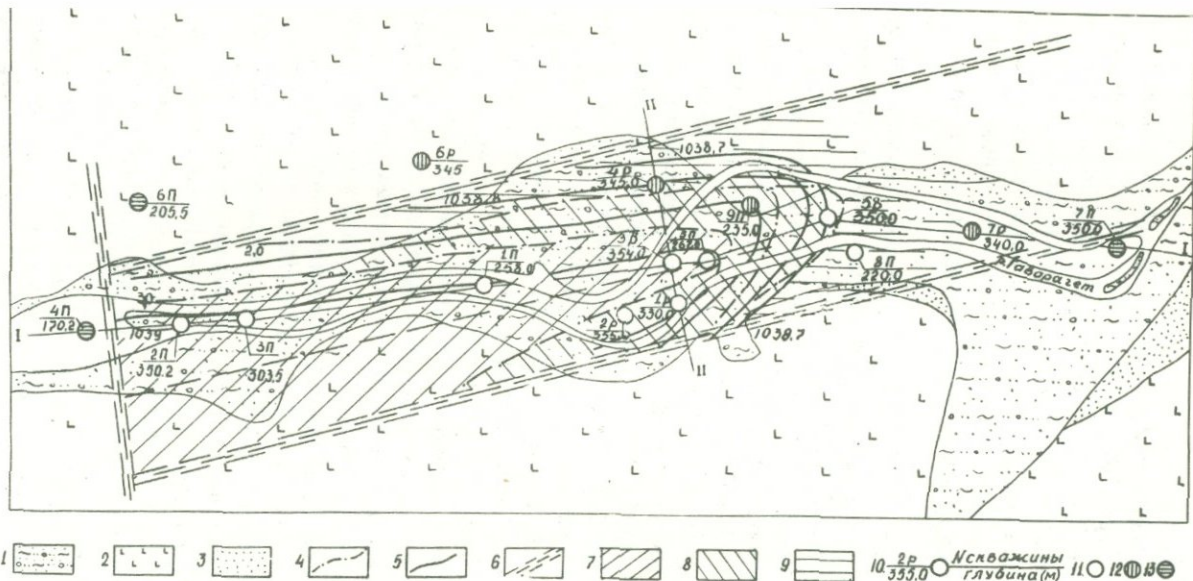


Рис. 16. Севанское месторождение углекислых минеральных вод. Схематическая гидро-геологическая карта. Сост. Р. Б. Ядоян, 1976 г.

1. Современные аллювиально-делювиальные отложения: галечники, валуны изверженных пород. 2. Андезито-базальты Нор-Баязетского типа. 3. Вулканические пески. 4. Изолинии минерализации в г/л. 5. Изолинии напоров в условных метрах. 6. Зона тектонического нарушения. Минерализация. 7. 2,0. 8. 2,0-3,0. 9. > 3,0. 10. 2Р/355,0 № скважины/глубина(м). 11. Скважины фонтанирующие. 12. Скважины с отрицательным уровнем. 13. Скважины безводные.

новатыми андезито-базальтами. третьей фазы излияния лав Ераблурского типа и частично современными речными отложениями (приложение 12).

Состав вод гидрокарбонатный, магниевый. Минерализация – 0,3 – 0,8 г/л, температура 10,5 – 13°C. Дебиты фонтанирующих скважин изменяются от 0,2 л/сек (с отметкой устья 1039,2 м и глубиной появления 10 м) до 6,0 л/сек (с отметкой устья 1032,5 м и глубиной появления 15 м). При этом минимальные расходы фиксируются в скважинах на северо-западном и юго-восточном флангах месторождения, максимальные – в его центральной части.

Анализ пьезометрической поверхности вод первого интервала свидетельствует о выполаживании градиентов и резком уменьшении их с запада на восток.

Средний водоносный интервал вскрыт на глубинах 76 – 130 м и представлен трещиноватыми андезито-базальтами второй фазы излияния лав Ераблурского типа. Этот интервал содержит слабоминерализованные воды гидрокарбонатно-хлоридного натриево-магниевого состава, общей минерализацией 1,3–2,3 г/л, температурой 14–17°C. Дебиты фонтанирующих скважин изменяются от 1 л/сек (с отметкой устья 1032,2 м и глубиной появления воды 130 м) до 10 л/сек (с отметкой устья 1032,5 м и глубиной появления 81 м). Так же, как и в предыдущем интервале, максимальные расходы фиксируются вдоль узкой полосы зоны тектонического нарушения.

Нижний водоносный интервал прослежен на глубинах 127 – 240 м. Это главным образом андезито-базальты первой фазы излияния лав Ераблурского типа, а также древние речные отложения долины Палео-гаварагет. Воды, прослеженные в пределах третьего интервала, являются кремнистыми (H_2SiO_3 – 52 – 115 мг/л), углекислыми (CO_2 93,8–96%) и по составу относятся к гидрокарбонатно-хлоридным натриево-магниевым кальциевым со сравнительно низкой минерализацией (1,9 – 4,0 г/л). При выходе на поверхность минеральные воды характеризуются слабокислой, почти нейтральной реакцией (pH = 6,1–7,0). Газонасыщенность вод составляет от 1,47 до 3,2 г/л (приложение 19).

Из специфических микроэлементов в водах Севанского месторождения определены: бром (1,0–7,0 мг/л), йод (от следов до 0,25 мг/л), железо (от следов до 4,0 мг/л). Химическими анализами также определены содержания других микроэlemen-

тов в малых количествах: марганец - 0,44-12,0 мг/л, молибден - 0,024-0,029 мг/л.

Глубинные опробования позволили выявить характер распределения газонасыщенности и минерализации вод на глубине (табл. 4), что будет рассмотрено ниже. Температура минеральных вод от 15,5 до 22°С. Напоры основного горизонта колеблются от 1038,7 м до 1039,2 м условной отметки. Дебиты фонтанирующих скважин колеблются от 1,3 до 14,5 л/сек, при понижении от 3,5 до 5,5 м. Причем здесь отмечается следующая закономерность: дебиты уменьшаются на северо-западном и юго-восточном флангах долины р. Гаварагет и возрастают в ее центральных частях.

В пределах площади месторождения в водоносном комплексе Ераблурских андезитов-базальтов можно выделить три типа разрезов: лавы сухие (на западном фланге месторождения), лавы водоносные - в верхней части и сухие - в нижней части на северо-западном и юго-восточном флангах месторождения; лавы водоносные по всей мощности вскрытия - в центральной части долины р. Гаварагет.

На фоне изложенного удается выделить три типа гидрохимических разрезов: а) пресные воды; б) пресные слабоминерализованные воды; в) пресные среднеминерализованные воды.

Проведенные опытные гидрогеологические работы позволили установить тесную гидравлическую взаимосвязь между всеми водоносными интервалами месторождения. Наиболее четко она проявилась при опытном выпуске минеральной воды из третьего интервала на скважине 5-Р с дебитом до 14,5 л/сек. Через трое суток после начала излива произошло снижение динамических уровней слабоминерализованных вод второго интервала в скважинах 9-П и 4-Р, отстоящих от скв. 5-Р на расстояние соответственно 110 и 300 м.

В дальнейшем, с уменьшением интенсивности отбора минеральных вод из скв. 5-Р, по скв. 9-П и 4-Р наблюдалось значительное восстановление уровней слабоминерализованных вод.

Изучение характера распространения и движения подземных минеральных вод в водоносных комплексах позволило выявить следующую картину. Как видно из рис. 16, в районе 1-П и 3-Р четко выделяется пологий гидродинамический купол, являющийся, по-видимому, следствием внедрения в рассматриваемую зону напорных вод с запада и юго-запада.

Судя по положению изопьез, последующее движение мине-

Таблица 4

Основные гидрогеологические показатели по
водоносным зонам Севанского месторождения
углекислых минеральных вод

№	Водоносная зона	Глубина вскрытия водоносной зоны, м	Мощность водо- довмещающих пород, м	Глубина по- явления воды, м	Минерализа- ция, г/л	CO ₂ раст., г/л	Температура воды, °C	Дебит воды л/сек (само- излив)	Понижение уровня, м	H ₂ SiO ₃ мг/л	Формула химического состава
1	1	5-35	15-57	10-38	0,3-0,8	-	10,5-13	0,2-6,0	0,4-2,0	72-78	$M_{0,3} \frac{HCO^3_{78} Cl_{12}}{Ca_{46} Na_{41}}$ $M_{0,8} \frac{HCO^3_{72} Cl_{27}}{Mg_{44} Na_{36} Ca_{17}}$
2	II	78-130	25-73	78-130	1,3-2,3	0,5-1,6	14-17	1-10	0,48-1,4	93-99	$M_{1,3} \frac{HCO^3_{68} Cl_{29}}{Na_{38} Mg_{38} Ca_{20}}$ $M_{2,3} \frac{HCO^3_{54} Cl_{44}}{Na_{42} Mg_{40} Ca_{17}}$
3	III	127-240	20-71	130-181	1,9-4,0	1,73-2,40	16-22	1,3-14,5	3,5-5,5	52-115	$M_{1,9} \frac{HCO^3_{54} Cl_{42}}{Mg_{43} (Na+K)_{40} Ca_{17}}$ $M_{3,9} \frac{Cl_{53} HCO^3_{45}}{(Na+K)_{50} Mg_{35} Ca_{15}}$

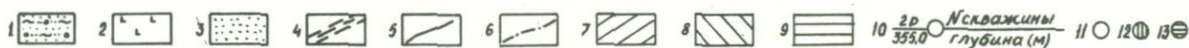
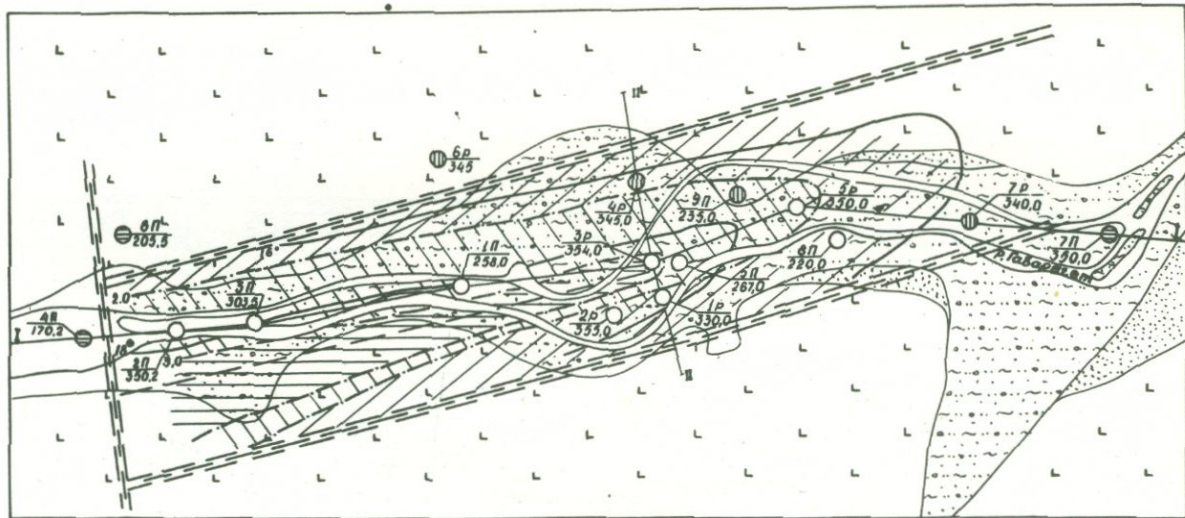
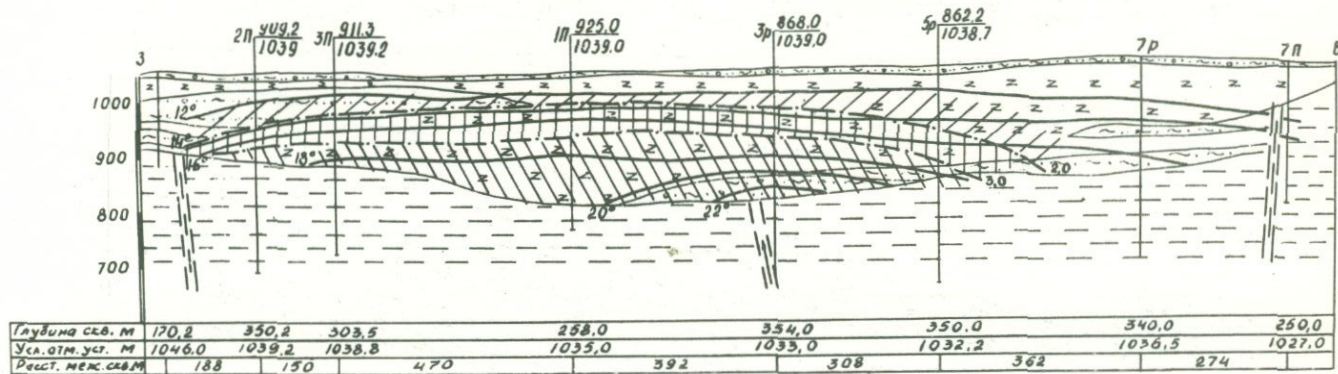


Рис. 17. Севанское месторождение углекислых минеральных вод. Схематическая карта гидрогазохимического и гидротермического полей. Сост. Р. Б. Ядоян, 1976 г.

1. Современные аллювиально-делювиальные отложения: галечники, валуны изверженных пород. 2. Андезито-базальты Нор-Баязетского типа. 3. Вулканические пески. 4. Зона тектонического нарушения. 5. Изолинии общего газосодержания в г/л. 6. Изотермы через 2°С. Общее газосодержание (CO₂) г/л. 7. 2,0. 8. 2,0 - 3,0. 9. >3,0. 10. 2Р/355,0 № скважины/глубина (м). 11. Скважины фонтанирующие. 12. Скважины с отрицательным уровнем. 13. Скважины безводные.

По линии I-I



По линии II-II

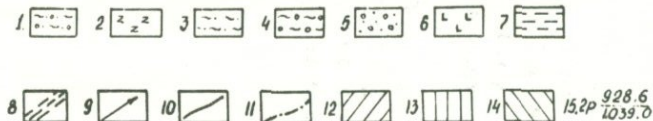
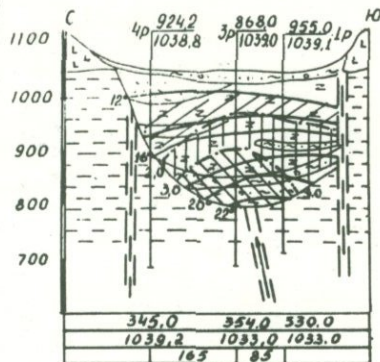


Рис. 18. Севанское месторождение углекислых минеральных вод, геолого-гидрогеологические разрезы. Сост. Р. Б. Ядоян, 1976 г.

1. Современные аллювиально-делювиальные отложения. 2. Андезит-базальты Ераблурского типа, местами ошлакованные, трещиноватые. 3. Глины песчанистые. 4. Уплотненные песчанистые глины с включениями галек, гравия, валунов. 5. Валунно-галечные отложения (древнее русло р. Гаварагет). 6. Андезит-базальты Нор-Баязетского типа. 7. Озерные отложения, представленные чередующимися глинами, уплотненными глинистыми песками, с включениями гальки, гравия, валунов. 8. Зона тектонического нарушения. 9. Направление движения восходящих минеральных вод. 10. Изолинии минерализации в г/л. 11. Изотермы через 2°C . Минерализация в г/л. 12. $<2,0$. 13. $2,0 - 3,0$. 14. $>3,0$. 15. 2P 928,6/1039,0 № скв. Условная отметка кровли дейст.водонос.инт. Условная отметка статич. уровня действ. вод. интер.

ральных вод осуществляется главным образом к востоку-северо-востоку вдоль долины р. Гаварагет по узкому тектоническому коридору шириной 400–500 м. Наблюдается также растекание этих вод к северу.

Представленная картина распределения подземных водотоков хорошо согласуется с данными по общей минерализации, газонасыщенности и температуре минеральных вод (рис. 17).

Кроме того, пространственное гидрогеологическое моделирование, выполненное по методике Г. С. Вартаняна (1977), позволило установить по линии скважин 2-П и 5-Р, 1-Р и 4-Р куполообразную аномалию, свидетельствующую о подземной разгрузке минеральных растворов в недрах месторождения (рис. 18).

На северо-восток и восток от этой аномалии наблюдается постепенное снижение величин минерализации до 2,9 г/л.

Подобная картина характерна для общей газонасыщенности (CO_2 общ.) и температур подземных минеральных вод (рис. 19).

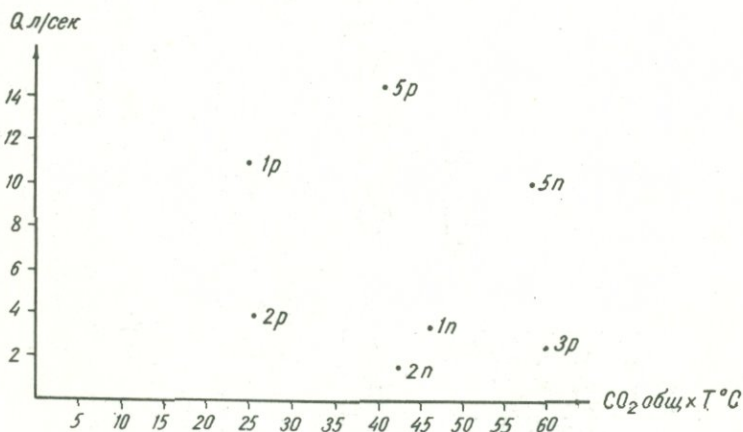


Рис. 19. Севанское месторождение углекислых вод. График зависимости газлифтного излива минеральной воды от условного коэффициента (CO_2 общ. $\times T$ °C). Сост. Р. Б. Ядоян, 1976 г.

Изучение ведущих гидрогеологических характеристик позволяет считать, что фонтанирование всех скважин на месторождении происходит в основном за счет высоких избыточных напоров. Явление "газлифта" имеет подчиненное значение

(рис. 19). Достаточно отметить, что из общего количества углекислоты, содержащейся в водах месторождения (приложение 13), в условиях атмосферного давления выделяется в спонтанном виде лишь минимум (от 0,2 г/л до 0,9 г/л). При этом газовый фактор севанских вод весьма незначителен и составляет величину 0,12 – 0,6.

В геотермическом отношении в пределах месторождения выделяется пологий купол (аномалия), повторяющий ранее зафиксированную гидрохимическую картину. Наиболее высокие зарегистрированные на глубине температуры достигают 22° (рис. 17).

Многолетнее изучение Севанского месторождения минеральных вод свидетельствует о значительной стабильности его гидродинамических, гидрогазохимических и температурных показателей во времени, что, очевидно, характеризуется непрерывным восполнением естественных ресурсов минеральных вод за счет глубинной составляющей (приложения 13 и 14).

Вместе с тем, следует отметить, что на западном крыле месторождения наметилось некоторое падение минерализации (от 3,6 до 3,2 г/л), связанное, по-видимому, с подтягиванием фронта пресных вод в процессе длительного фонтанирования скважин Центрального участка. На восточном крыле месторождения наблюдается обратная картина – некоторое повышение минерализации (от 2,7 до 3,0 г/л) в связи с подъемом контура минеральных вод.

В соответствии с большой сложностью сосуществования пресных и минеральных вод эксплуатационные запасы Севанского месторождения оценивались гидравлическим методом.

К моменту завершения буровых разведочных работ суммарный дебит самоизливающихся скважин составлял 30,8 л/сек.

На основании 9-месячного выпуска минеральных вод, осуществлявшегося при стабильном режиме фонтанирования и при устойчивости гидрохимических и гидротермических границ купола минеральных вод в пространстве, эксплуатационные запасы Севанского месторождения были оценены и утверждены в ГКЗ СССР в количестве 1710,7 м³/сут по категории А.

Севанское месторождение углекислых минеральных вод, являясь месторождением гидроинжекционного типа, по характеру движения глубинных минеральных вод относится к месторождениям с центральным очагом разгрузки.

Разгрузка минеральных вод в основном происходит в рай-

оне пересечения разломов меридионального и близширотного направления. Вполне возможно поступление минеральной воды и по центральной зоне разлома близширотного направления. Это доказывается четко выраженным динамическим, гидрохимическим, гидрогеотермическим и гидрогазохимическим куполом, образованным южнее скв. 2-П и протягивающимся до линии поперечного разреза 4-Р - 3-Р - 1-Р (рис. 18).

Процессы формирования химического состава подземных вод месторождения в приповерхностных его частях сопровождаются смешением восходящих с глубины термальных углекислых гидрокарбонатно-хлоридных (хлоридно-гидрокарбонатных), натриево-магниевых вод с пресными подлазовыми водами гидрокарбонатного магниевого состава (рис. 20).

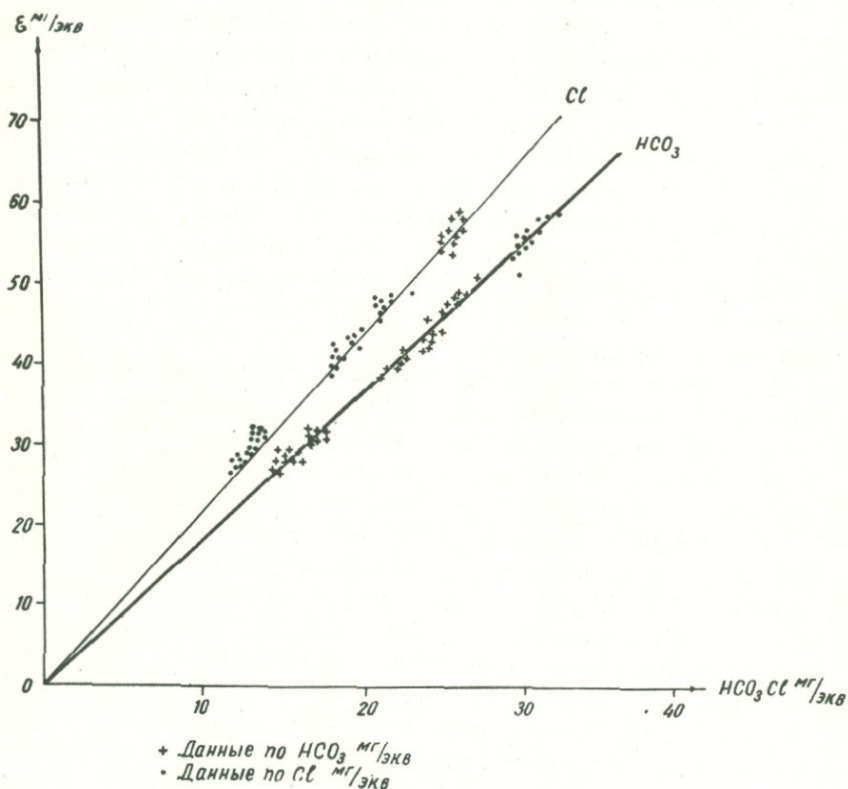


Рис. 20. Севанское месторождение углекислых вод. График смешения подземных вод. Сост. Р. Б. Ядоян, 1976 г.

Таблица 5

Сводная таблица
гидрогеологических показателей Севанского месторождения минеральных вод

№ скв.	Условные отметки устья, м	Напоры в условных отметках, м	Минерализация воды, г/л	Температура воды, °С	Общая газонасыщенность г/л	Раств. CO ₂ , г/л	Дебит воды, л/сек	Глубина кровли основной зоны, м	Уровни в метрах		Понижение уровня воды, м
									Н ст	Н дин	
1-П	1035,0	1039,0	3,5	18,0	2,6	2,12	3,4	110	+4,0	+0,5	3,5
2-П	1039,2	1039,0	3,5	16,0	2,7	2,40	1,6	130	+0,1	-0,2	0,3
5-П	1032,5	1039,02	3,8	19,0	3,0	2,15	10,0	154	+6,52	+1,0	5,52
1-Р	1033,0	1039,08	2,2	16,7	1,5	1,35	11,0	77,5	+6,08	+0,85	5,23
2-Р	1033,6	1039,0	2,1	16,5	1,54	1,37	4,0	105	+5,40	+0,65	4,75
3-Г	1033,0	1039,0	3,9	19,6	3,06	2,15	3,5	165	+6,0	+0,95	5,05
5-Р	1032,2	1038,7	2,9	17,5	2,33	1,85	14,5	170	+6,5	+2,5	4,0

Примечание: приведены первоначальные данные по дебиту, температуре и минерализации.

Центральным участком месторождения необходимо считать юго-западную часть разведанной площади.

Месторождение перспективно в отношении термальных вод. Для получения высокотермальных минеральных вод необходимо заложение буровых скважин по меридиональному - западному профилю (по оси скв. 2-Р).

Глава У

ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕГРУТСКОГО УЧАСТКА КИРОВАКАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Кироваканское месторождение является наиболее характерным представителем группы месторождений минеральных вод, связанных с наложенными тектоническими депрессиями позднейшего орогенеза.

В геологическом строении района принимают участие метаморфические сланцы кембрия, известняки и мергели с прослоями песчаников и конгломератов верхнего мела, вулканогенные и осадочные образования среднего эоцена и плиоцена, озерно-речные и делювиально-пролювиальные образования четвертичного возраста (рис. 21).

В современной структуре этого района отразился ряд складкообразующих движений, которым приписывается палеозойский, юрский, меловой, палеогеновый и неогеновый возраст (Асланян, 1958).

Естественно, такая множественность крупных складкообразующих фаз приводила к последовательному усложнению строения толщ, созданию группы антиклинальных и синклинальных сооружений, нередко разобщенных системами глубокоуходящих разрывных дислокаций.

Последние, помимо того, что выступают естественными границами, проходящими между положительными и отрицательными структурами, как правило, в проницаемых своих частях являются дренажными системами, выводящими с больших глубин углекислые минеральные воды.

Известно, что для регионов с преобладанием пликативных структурных форм дренажные системы обычно размещаются в сводовых частях крупных антиклинорий и отдельных анти-

клиналей, и, наоборот, при блоково-глыбовом строении территории интенсивная разгрузка и накопление минеральных вод бывают связаны с отрицательными сооружениями (Вартанян, 1973, 1975, 1977).

Весьма примечателен в этом отношении изучаемый район. Здесь среди крупных структурных единиц следует назвать такие сооружения, как Базумский антиклинорий, включающий ряд антиклинальных и синклиналильных складок второго и третьего порядков с изобилием разнообразных дислокаций (Чичканская синклиналь, Бзовдальская антиклиналь, Чернореченская синклиналь, Чернореченская антиклиналь, Арутюнская синклиналь).

Среди наиболее крупных разрывных структур здесь господствует Арчутский разлом, имеющий надвиговую природу, Бзовдальский сброс, Шиштапинский сброс и густая сеть оперяющих их нарушений.

Другая крупная структура — Намоакский синклинорий — примыкает к району с юго-востока и отличается изобилием мелких, не всегда отчетливо проявляющихся складок. Отличительной особенностью в строении этого сооружения является наличие щелочной и гранитоидной интрузий, приходящихся к ядру складки и, по-видимому, послуживших одним из складкообразующих начал.

Для лучшего понимания гидрогеологических условий района следует обратить внимание на наиболее крупный Галавар-Дебахлинский сброс, имеющий юго-восточное простирание. Вдоль протяженности этого нарушения фиксируются многочисленные выходы подземных углекислых вод. Параллельно ему тянется так называемый Южно-Маймехский сброс, начинающийся на южном склоне горы Маймех и прослеживающийся на северо-запад вплоть до села Килиса.

Очевидно, что столь широкое разнообразие и изобилие структурных форм, нередко огромные амплитуды вертикального перемещения крупных массивов горных пород обусловили весьма сложную гидрогеологическую обстановку, прямым результатом чего явилось создание извилистых путей движения углекислых вод.

С другой стороны, литологические особенности палеоген-неогеновых и четвертичных толщ, слагающих верхнюю часть разрезов в синклинориях и синклиналях, способствовали скрытой разгрузке минеральных вод, созданию локализованных мес-

торождений углекислых вод.

Кироваканское месторождение приурочено к одноименной наложенной тектонической впадине, входящей в группу так называемых Памбакских депрессий. Последнее обстоятельство позволяет с достаточно большой уверенностью интерпретировать гидрогеологические условия рассматриваемого месторождения, относя его к месторождениям с гидроинжекционным типом разгрузки минеральных вод.

Изучаемая тектоническая впадина заполнена вулканогенными и вулканогенно-осадочными образованиями плиоценового (N_2) и четвертичного (Q) возрастов, а также отложениями денудации окаймляющих котловину Памбакского и Базумского хребтов.

Общая мощность этих аккумулятивных образований в Кироваканской впадине колеблется от 145 м на западе до 300 м в восточной части (Мегрутский участок).

В настоящей работе рассматривается Мегрутский участок месторождения, приуроченный к гидрогеологически обособленной депрессии (рис. 22).

Мегрутский участок Кироваканского месторождения минеральных вод расположен в пределах Нижнепамбакской впадины третьего порядка. В плане Кироваканская впадина состоит из двух расширенных участков, разделенных перемычкой у восточной окраины села Жданово, где ее ширина не превышает 1 км. Вдоль очень крутого, местами почти отвесного северного борта восточной части впадины, проходит молодой разлом с амплитудой более 350 м. К северу от него р. Памбак пропиливает узкое эрозионное ущелье, в котором уклон реки резко возрастает. В стратиграфическом разрезе Мегрутского месторождения снизу вверх выделяются следующие комплексы горных пород (приложение 17):

а) порфириты плагиоклазово-пироксеновые среднего эоцена, вскрытые скважинами на глубинах от 13,5 до 294 м мощностью от 56 до 288,5 м. Породы на всю вскрытую мощность сильно разрушены, изменены, местами превращены в глину, что свидетельствует о наличии мощной зоны дробления в основании Кироваканской впадины;

б) кварцевые диориты и гранодиориты верхнего эоцена, образующие отдельные тела, расположенные в толще вулканогенных пород эоцена. Эти породы вскрыты в краевых частях Кироваканской впадины, примыкающих к Памбакскому

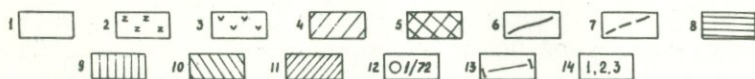
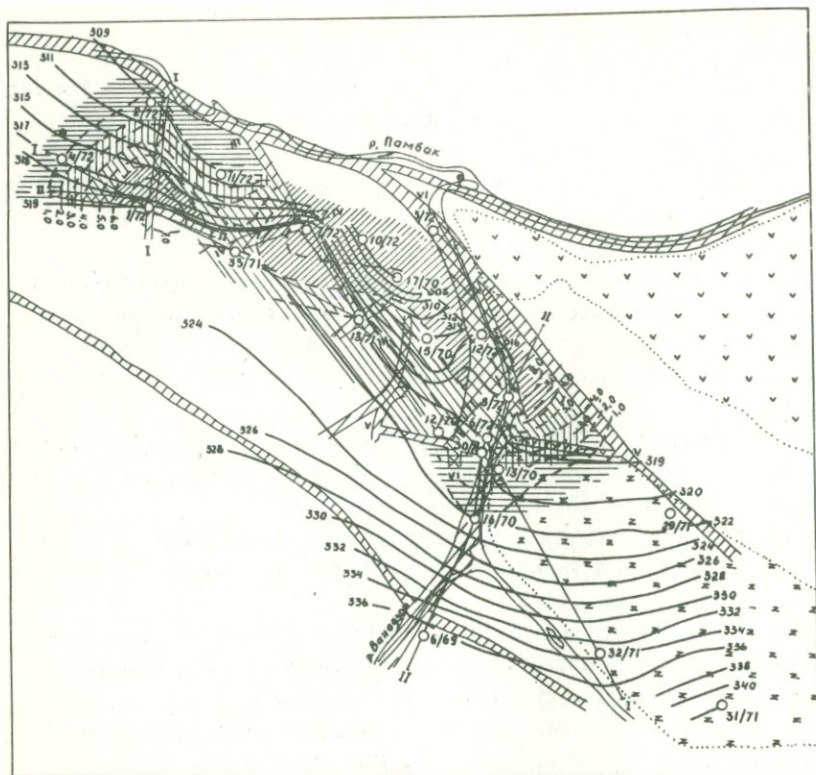


Рис. 22. Кироваканское месторождение углекислых минеральных вод, участок Мегрут. Схематическая гидрогеологическая карта. Сост. Р. Б. Ядоян, 1976 г.

1. Аллювиально-делювиально пролювиальные отложения. 2. Андезито-базальты. 3. Порфириты. 4. Гидрогеологически активные разрывные дислокации фундамента. 5. Зоны разгрузки минеральных вод и их номера. 6. Изолинии напоров минеральных вод, в ненарушенном состоянии в условных отметках (м).
7. Изолинии минерализации минеральных вод в ненарушенном состоянии в гр/л по срезу на условной отметке 160 м. Зоны с развитием вод с минерализацией: 1. менее 2 г/л. 2. 2-4 г/л. 3. 4-6 г/л. 4. 6 г/л. 1/72 Скважина, ее номер и год бурения. Линии геолого-гидрогеологических разрезов 1, 2, 3 Номера г/п изолированных блоков.

хребту на глубинах от 15 до 159 м. Мощность их меняется от 51 до 101 м. По-видимому, они являются апофизами крупного массива, обнажающегося к запад-юго-западу от г. Кировакана, на северном склоне Памбакского хребта.

Макроскопически это средне- и крупнозернистые породы серого и темно-серого цвета и гипидиоморфнозернистой структурой. Гранодиориты разбиты сетью мелких трещин, частично заполненных охрой;

в) озерно-речные отложения миоплиоцена, имеющие широкое распространение в мульдовой части Кироваканской структуры и вскрытые на глубинах от 147 до 265 м. Мощность этих отложений на площади месторождения колеблется от 10 до 50 м, возрастая с запада на восток. Представлены они песчано-галечно-гравелистым материалом, разделенным глинистыми пропластками. Отмеченные образования повсеместно налагают на вулканогенно-осадочные породы эоцена. Размеры обломков колеблются от 0,5 до 1,0 м и представлены вулканогенно-осадочными и изверженными породами;

г) андезиты и андезито-базальты миоплиоцена, заполняющие древнюю долину рек Гарпи и Памбак в пределах Мегрутского месторождения углекислых минеральных вод. Эти образования вскрыты почти всеми разведочными скважинами на глубинах от 5 до 141 м, где они образуют потоки мощностью от 124 до 275 м. Наибольшая мощность андезито-базальтовых лав зафиксирована на восточном крыле месторождения. К западу лавы постепенно погружаются и обрываются у порфиристового поднятия (скв. 2/72 и 4/72). На глубинах 30 - 50, 65 - 90, 110 - 150, 180 - 210, 230 - 250 и 280 - 290 метров выявлены ошлакованные разности этих лав. Андезито-базальтовые лавы обнажаются на правом берегу р. Гарпи и представлены плотными породами серого, темно-серого цвета, разбитыми системой мелких трещин различного направления;

д) озерно-речные отложения нижнечетвертичного возраста, имеющие широкое развитие на площади месторождения и представленные в основном глинистым материалом с редкими песчаными прослойками, а также включениями валунов и обломков преимущественно изверженных пород. Они залегают на глубинах от 5 до 40 м мощностью от 15 до 100 м, увеличивающейся в западном направлении. Указанные образования перекрывают толщу андезито-базальтовых лав и играют роль верхнего водоупора для подземных вод, заключенных в пределах Мегрутского месторождения;

е) аллювиально-делювиально-пролювиальные образования четвертичного возраста, вскрытые всеми скважинами в долинах рек Памбак, Гарпи, Ванадзор и имеющие мощность от 5 до 40 м. Этот комплекс состоит из хорошо окатанных валуно-гравелисто-галечных отложений, погруженных в песчано-глинистый заполнитель.

Упомянутый ранее (гл. П) региональный Севано-Ширакский глубинный разлом оперяется системой вторичных разрывных дислокаций. В основании Кироваканской структуры выделяют ряд опущенных и приподнятых блоков, связанных с наличием серии молодых разрывов меридионального и широтного направлений, рассекающих главное тектоническое нарушение. Помимо указанных тектонических элементов, на площади месторождения с поверхности фиксируется ряд разрывов, имеющих незначительные амплитуду и протяженность.

В гидрогеологическом отношении в пределах Мегрутского месторождения сверху вниз по разрезу выделяются 4 взаимосвязанных водоносных интервала, приуроченных к андезито-базальтовым лавам Варданлинского потока (приложение 14).

Первый водоносный интервал мощностью от 15 до 40 м вскрыт скважинами на глубинах от 15 до 55 м. Водовмещающие породы представлены сильно трещиноватыми, раздробленными андезито-базальтами и обломками их ошлакованных разновидностей. Дебиты фонтанирующих скважин изменяются от 0,6 (скв. 30/71) до 2,5 л/сек (скв. 12/69). Состав вод гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридный, кальциево-магниевый-натриевый, с минерализацией до 0,8 г/л. Температура вод колеблется в пределах 12,1–13,9 °С. Как видно из схематической геолого-гидрогеологической карты (рис. 22), пресные воды поступают в основном со стороны Варданлинского лавового потока и со стороны конуса выноса р. Ванадзор, преимущественно с юго-востока. Пьезометрический уровень подземных вод, вскрытый скважинами в процессе бурения, составляет от 29 м в скв. 29/71 до +5,6 м в скв. 8/72. Общее увеличение напора наблюдается в направлении с юго-востока на северо-запад.

Проведенными пробными откачками установлено, что андезито-базальтовые породы в этом интервале имеют невысокую водоносность. Так, при откачке с дебитом до 2,5 л/сек удельный дебит по скважинам составлял от 0,1 до 0,5 л/сек (табл. 6).

Второй водоносный интервал мощностью 20–35 м вскрыт

№ п/п	Водн. зона (интервал)	Гл. вскрыт. водон. зон, м	Мошн. водо- вмещающих пород, м	Глубина появления воды, м	Минерали- зация, г/л	CO ₂ раст., г/л	Температу- ра воды, °C	Дебит во- ды (фонтан л/сек	Понижения (откачки), м	H ₂ SiO ₃ мг/л	Формула химического состава
1	1	15-55	15-40	14,4-45,0	0,5-0,8	0,3-0,6	12,1 13,9	0,6 - 2,5 (уд. дебит 0,1 - 0,5)	2,5-6,5	41,6	$M_{0,5} \frac{HCO^3_{93}}{Mg_{47}Na_{29}Ca_{24}}$
										67,1	$M_{0,8} \frac{HCO^3_{58}SO^4_{31}Cl_{11}}{(Na+K)_{80}Ca_{11}}$
2	II	65-90	20-35	65-85	0,6-3(4)	0,6-2,2	13,2- 15	1,4 (уд. дебит 0,5-2)	2,5-7	72,8	$M_{0,6} \frac{HCO^3_{82}SO^4_{14}}{(Na+K)_{43}Ca_{40}Mg_{17}}$
										83,2	$M_{3,9} \frac{HCO^3_{71}SO^4_{29}}{(Na+K)_{46}Mg_{26}Ca_{18}}$
3	Ш	110-150	25-40	119-146	0,8-7	0,8-2,4	14-17	0,3-6	-	88,4	$M_{0,8} \frac{HCO^3_{76}Cl_4}{Ca_{50}Mg_{26}(Na+K)_{24}}$
										114,4	$M_{7,0} \frac{HCO^3_{41}SO^4_{33}Cl_{24}}{(Na+K)_{61}Mg_{20}Ca_{19}}$
4	IV	180-210 230-320	30-100	182-235	2,4-9,3	1,1-2,8	16-17,5	0,3-12,5	-	85,3	$M_{2,4} \frac{HCO^3_{57}SO^4_{29}Cl_{14}}{(Na+K)_{67}Ca_{31}}$
										72,8	$M_{9,3} \frac{HCO^3_{36}SO^4_{35}Cl_{29}}{(Na+K)_{55}Mg_{29}Ca_{15}}$

на глубинах от 65 до 90 м. Водовмещающие породы представлены главным образом обломками ошлакованных андезито-базальтов. Данный интервал содержит пресные и слабоминерализованные воды гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридного, натриево-кальциево-магниевого состава с минерализацией от 0,6 до 3,0 г/л. Температура вод колеблется в пределах от 13,2 до 15°С.

Дебиты фонтанирующих скважин изменяются от 1 до 4 л/сек. Пьезометрический уровень подземных вод, вскрытый скважинами в процессе бурения, располагался от 29 м ниже поверхности Земли (скв. 29/71) до +5,4 м (скв. 8/72).

Пробными откачками установлено, что обломки ошлакованных базальтов в этом интервале более водоносные, чем в предыдущем. Так, при откачке с дебитом до 4,0 л/сек удельный дебит скважин составлял от 0,5 до 2,0 л/сек. Направление движения подземных вод здесь совпадает с движением вод первого интервала.

Третий водоносный интервал вскрыт скважинами на глубинах 110–150 м и характеризуется мощностью от 25 до 40 м. Водовмещающие породы аналогичны вышеописанным для П зоны.

Дебиты фонтанирующих скважин изменяются от 0,3 до 6 л/сек. Состав вод гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридный, натриево-магниево-кальциевый, с минерализацией от 0,8 до 7 г/л. Температура вод колеблется от 14 до 17°С.

Проведенными работами установлено, что наиболее водообильные участки располагаются в центральной части месторождения.

Так же, как и для предыдущего интервала, общее направление движения подземных вод регистрируется с юго-востока на северо-запад.

Четвертая водоносная зона охватывает интервалы, залегающие на глубинах 180 – 210 и 230 – 280 м. Водовмещающие породы представлены ошлакованными базальтами. Дебиты изменяются от 0,3 до 12,5 л/сек. Состав вод гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридный, натриево-кальциево-магниевого, с минерализацией от 2,4 до 9,3 г/л. Температура вод колеблется в пределах от 16 до 17,5°С на изливе.

Опытными гидрогеологическими работами была установлена тесная гидравлическая взаимосвязь между всеми водоносными интервалами месторождения. Наиболее четко она проявилась

при опытном выпуске минеральной воды из четвертичного интервала, с дебитом 8 л/сек (скв. 7/72).

Через пять дней после начала излива произошло снижение динамических уровней вод третьего водоносного интервала в скважинах 18/70 и 33/71, отстоящих от скважины 7/72 на расстояние соответственно 350 и 260 м. В дальнейшем, с уменьшением дебита минеральных вод в скважине 7/72, по скважинам 18/70 и 33/71 наблюдалось значительное восстановление уровней слабоминерализованных вод.

Основной перспективный интервал, отвечающий требованиям кондиций, залегает на глубинах от 150 до 280 м.

Минеральные воды Мегрутского участка являются типичными представителями углекислых холодных вод. Все они характеризуются, по существу, идентичным составом и в большинстве своем являются кремнистыми (H_2SiO_3 - 72,8 - 124,8 мг/л), углекислыми (общее газосодержание от 1 до 6,6 г/л), гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридными, натриево-магниевыми с минерализацией от 1,8 до 9,3 г/л, при выходе на поверхность слабокислой, почти нейтральной реакцией ($pH=6,0 - 6,6$).

Максимальная величина общей минерализации определена в скважине 1/72 (9,3 г/л), а минимальная - в скважине 11 (1,8 г/л).

Из специфических элементов в Мегрутских водах определены: бор - 12 мг/л, йод - 0,25 мг/л, бром - 20 мг/л и железо - 10 мг/л. В малом количестве определены также медь - 0,07 мг/л, марганец - до 3,5 мг/л, молибден - до 0,007 мг/л.

По составу газы в Мегрутских минеральных водах являются углекислыми, CO_2 составляет 99,0 - 99,6%. Вследствие низкой температуры воды большая часть газа находится в растворенном состоянии.

Содержание растворенной CO_2 в минеральных водах в момент их выхода на поверхность колеблется в пределах от 1,5 до 2,2 г/л.

Химический состав минеральных вод Мегрутского участка стабилен во времени и не испытывает каких-либо изменений. Вместе с тем почти при полной идентичности основного состава вод существуют некоторые различия в величине их общей минерализации и газонасыщенности (приложения 19, 20).

Понижение минерализации на участке происходит с запада на восток. Фонтанирование всех скважин на месторожде-

нии происходит в основном за счет положительного напора. Процесс газлифта имеет подчиненное значение (рис. 23).

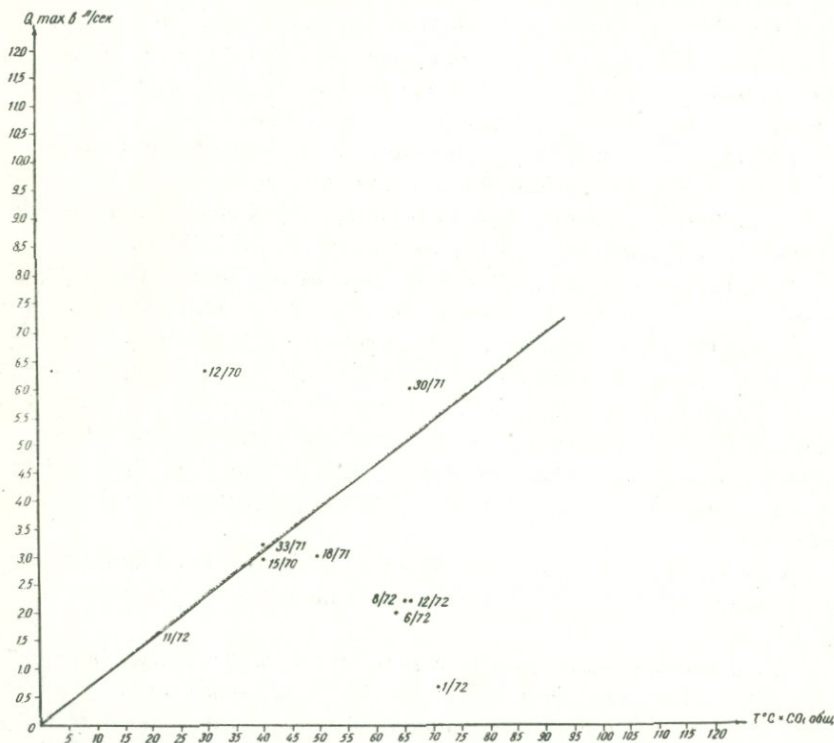


Рис. 23. Кироваканское месторождение углекислых вод (участок Мегрут). График зависимости газлифтного излива минеральной воды от условного коэффициента ($CO_2 \text{ общ.} \times T^{\circ}C$). Сост. Р. Б. Ядоян, 1976 г.

Из общего количества углекислоты, содержащейся в водах, меньшая часть выделяется в спонтанном виде: от 0,16 г/л (скв. 8/72) до 0,87 г/л (скв. 7/72). Основная часть углекислоты находится в растворенном состоянии – от 1,3 г/л (скв. 33/72) до 2,17 г/л (скв. 7/72).

Газовый фактор Мегрутских минеральных вод весьма незначительный и составляет от 0,04 (скв. 8/72) до 2,0 (скв. 1/72).

Формирование химического состава подземных вод в при-

поверхностных его частях носит характер смешения восходящих из глубины углекислых трещинно-жильных минеральных вод повышенной минерализации с пресными подлазовыми водами (рис. 24).

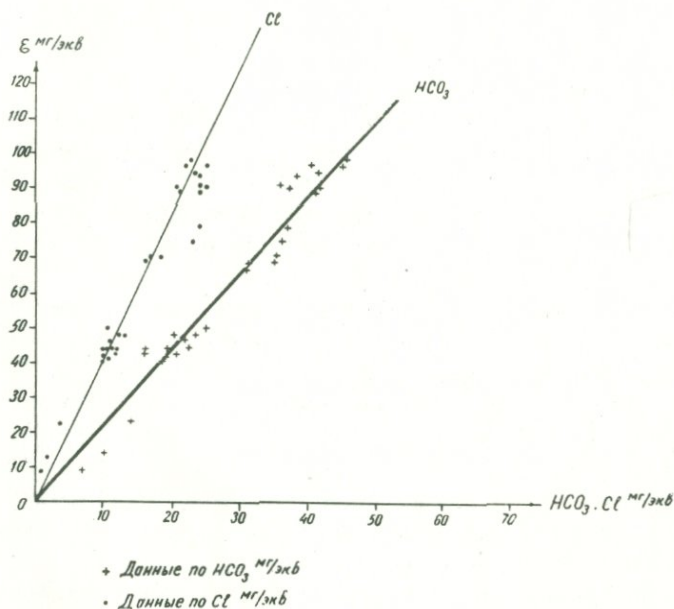


Рис. 24. Кироваканское месторождение углекислых вод (участок Мегрут). График смешения подземных вод. Сост. Р. Б. Ядоян, 1976 г.

На Мегрутском участке Кироваканского месторождения удалось осуществить наиболее планомерное и обстоятельное изучение геологического строения и структуры месторождения. К началу исследований месторождения одним из наиболее малоизвестных вопросов было строение эоценового фундамента впадины. Не было также установлено плановое положение гидрогеологически активных тектонических нарушений, выводящих с глубины под лавовые и аллювиальные образования углекислые воды. Необходимо было также выяснить протяженность этих нарушений, проследить наиболее продуктивные зоны.

Весь комплекс исследований по реконструкции глубинной структуры месторождения основывался, прежде всего на ана-

лизе данных бурения. Так, анализ карты фундамента, построенной по данным бурения, в изолиниях глубин залегания подошвы вулканогенных образований дал представление о довольно сложной, блокированной структуре фундамента впадины. В частности, тектонически ослабленные зоны были намечены в районе скв. 1/72 (с ориентацией на север), по линии скважин 1/72 – 33/71 – 18/70, а также в восточной части месторождения, вдоль оси скважин 12/72 – 30/71.

Для последующей расшифровки структуры фундамента использовались данные анализа пьезометрической поверхности подземных вод. В частности, были намечены участки вероятной разгрузки минеральных вод, подчеркиваемые "мысами" – изгибами изопьез, вытянутыми вниз по потоку подземных вод.

На основании анализа карты пьезометрической поверхности выделены 3 зоны разгрузки минеральных вод, соответствующие осям тектонических нарушений, которые прослеживаются скважинами: 1/72 (первая), 33/71, 7/72 (вторая), 12/72 (третья). Последняя протягивается в южном направлении, фиксируясь восточнее скв. 12/69 (рис. 22).

В итоге совмещения этих результатов было доказано наличие многочисленных, нередко взаимно пересекающихся систем разрывных дислокаций, что свидетельствовало о сложном строении фундамента Мегрутского участка.

Для получения наиболее полной информации о строении фундамента и реконструкции гидрохимических и гидротермических условий месторождения были осуществлены массовые глубинные опробования скважин. На основании этих данных строились соответствующие разрезы. Эти работы позволили также построить карты-срезы и разрезы месторождения по разным плоскостям с абсолютными отметками (250, 225 и 200 м), позволившие далее построить пространственную гидрогеологическую модель.

Особого внимания заслуживает гидродинамический разрез, построенный по методике Г. С. Вартаняна (1977). Анализ характера распределения линий равных напоров по глубине позволяет с большой точностью выявить те участки месторождения, где из фундамента в вулканогенно-осадочную толщу впадины поступают углекислые воды (рис. 25).

Такие участки характеризуются горизонтальным положением линий равных напоров, в то время как в пределах зон с отсутствием восходящей разгрузки линии напоров сохраняют

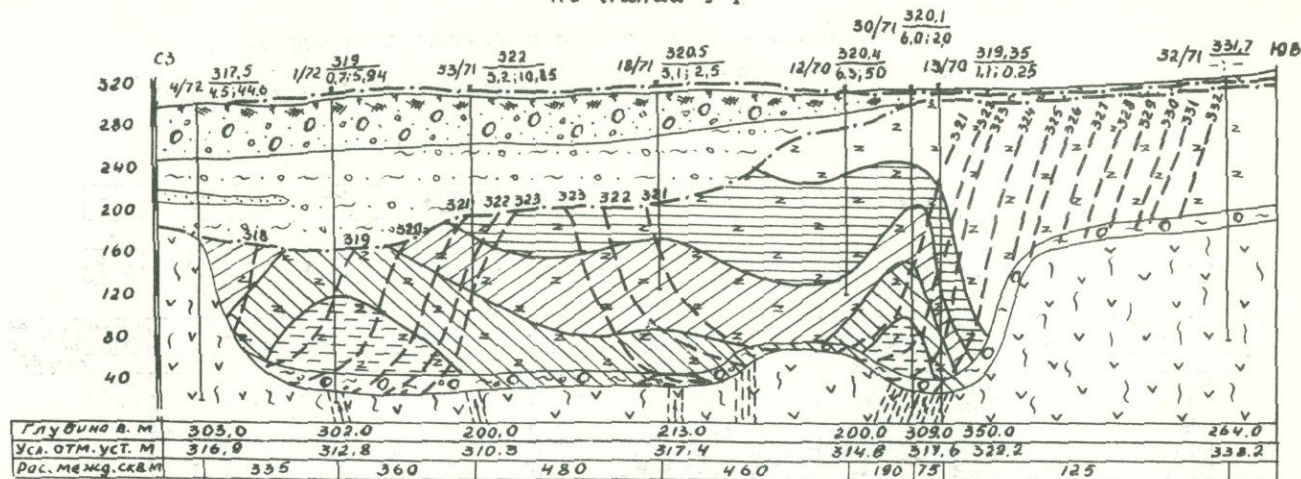
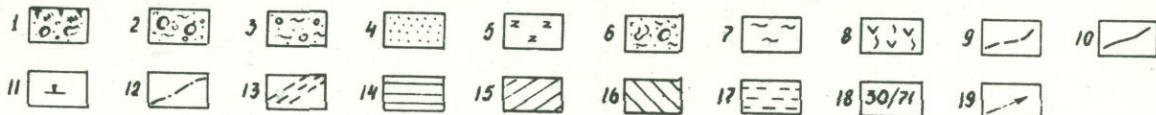
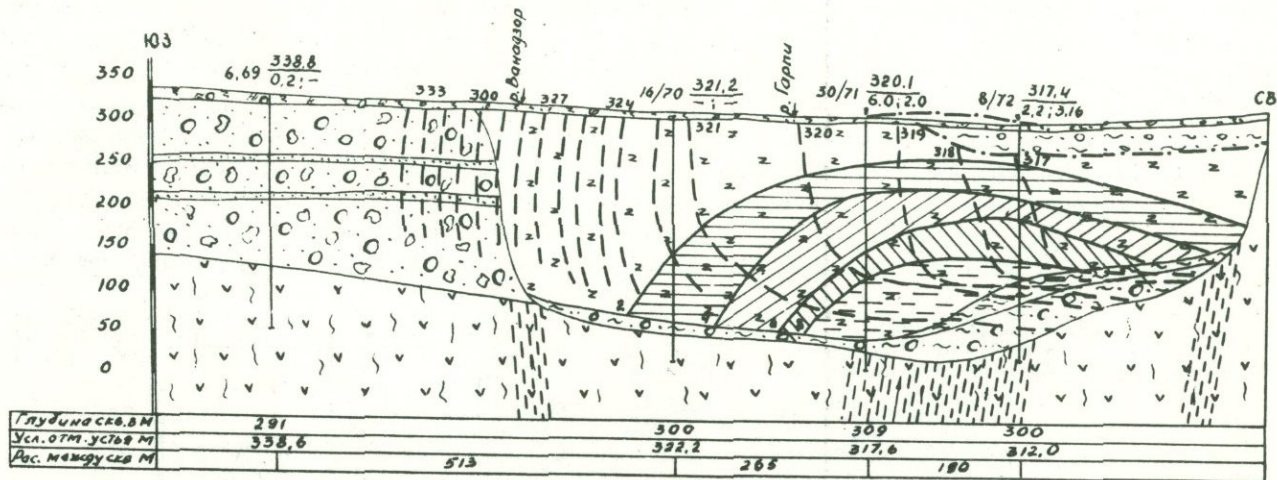


Рис. 25. Кироваканское месторождение углекислых вод (участок Меграут). Схематические разрезы гидродинамического и гидрохимического полей. Сост. Р. Б. Ядоян, 1976 г.

1. Почвенный покров и современные подрусловые образования. 2. Древние валунно-галечные отложения р. Памбак-водоносные. 3. Песчалистая глина с редкими включениями валунов и обломков изверженных пород (водоупор). 4. Разнозернистые пески-водоносные. 5. Трещиноватые андезиты-базальты местами ошлакованные-водоносные. 6. Отложения конуса выноса р. Ванадзор. 7. Глина песчаная-водоупорная. 8. Порфиры трещиноватые, разрушенные, измененные, окварцованные. 9. Линии равных напоров в условных метрах. 10. Изолинии минерализации в г/л. 11. Статический уровень подземных вод в условных метрах. 12. Верхняя граница напорных минеральных вод. 13. Зона гидрогеологически активных разрывных дислокаций фундамента. Минерализация вод в г/л. 14. 2.0-4.0. 15. 4.0-6.0. 16. 6.0-8.0. 17. >8.0.

По линии II-II



18. 30/71 (скв. и ее номер) 320.1 напор м. усл.
6.0 – 2.0 дебит л/сек; понижение, м.

19. Направления движения восходящих минеральных вод.

По линии 1-1

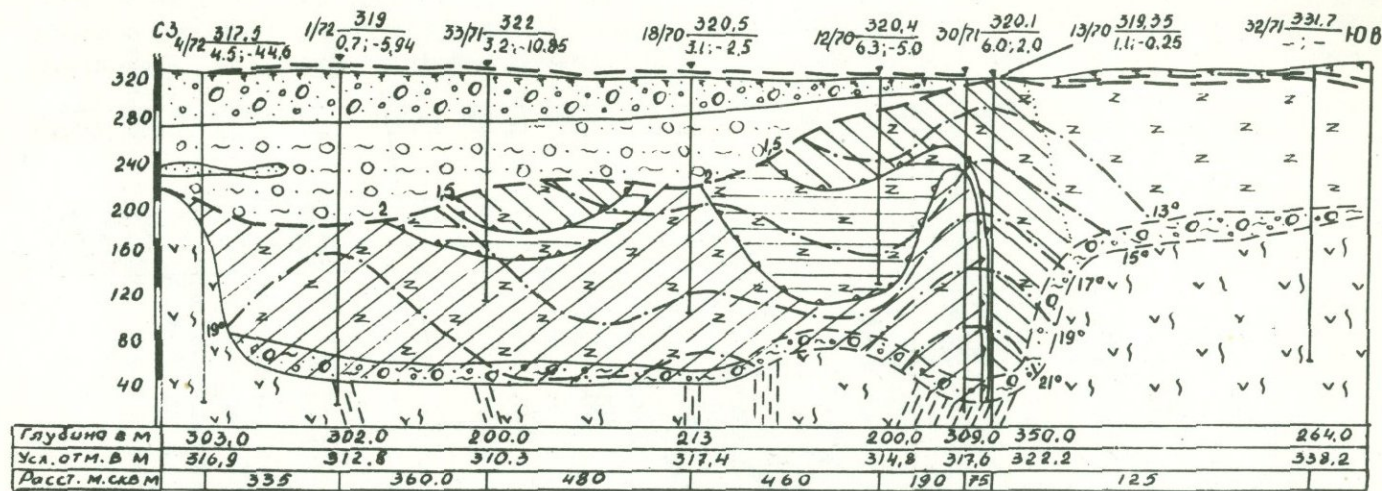
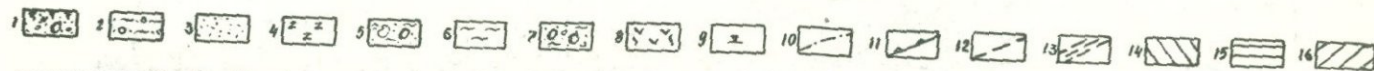
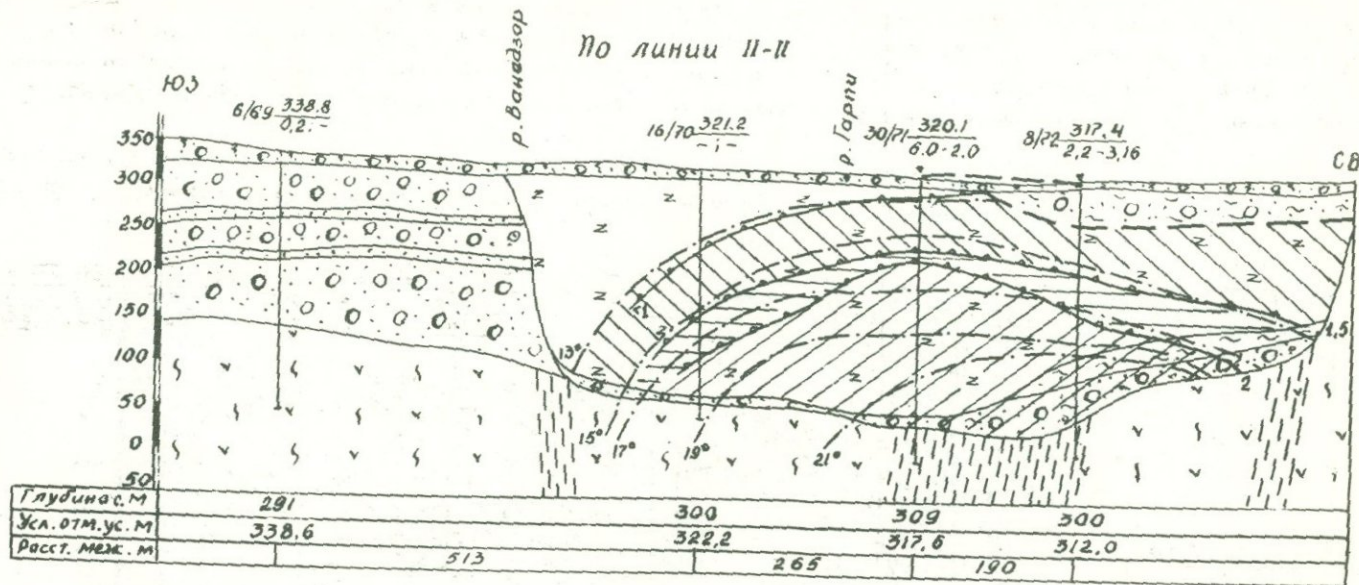


Рис.26. Кирово-Ванское месторождение углекислых вод (участок Мегрут). Схематические разрезы гидротермического и гидрогазохимического полей. Сост. Р.Б.Ядоян, 1976г.

1. Почвенный покров и современные подрусловые образования.
2. Песчанистая глина с редкими включениями валунов и обломков изверженных пород (водоупор).
3. Разнозернистые пески-водоносные.
4. Трещинчатые андезиты-базальты, местами ошлакованные-водоносные.
5. Отложения конуса выноса р. Ваназор.
6. Глина песчанистая-водоупорная.
7. Древние валунно-галечные отложения р. Памбак-

По линии II-II



водоносные. 8. Порфириты трещиноватые, разрушенные, измененные, окварцованные. 9. Статический уровень подземных вод в условных метрах. 10. Изотермы в градусах по С. 11. Линии общей газонасыщенности в г/л. 12. Верхняя граница минеральных вод. 13. Зона гидрогеологически активных разрывных дислокаций фундамента. Общая газонасыщенность в г/л. 14. <1.5. 15. 1.5 -2.0. 16. >2.0.

нормальное к горизонту положение, что свидетельствует о наличии латерального потока подземных вод. В частности, зоны скрытой разгрузки минеральных вод отмечены в районе скважин 4/72 - 1/72 и 30/71 - 12/71 (рис. 22).

Южнее скважины 33/71 и между скважинами 32/71 - 13/70 существуют участки, где преобладает горизонтальная составляющая подземного потока. Причем участок, характеризующийся скважиной 33/71, совпадает с местом, где в наложенную Кирово-Аканскую депрессию вторгаются с юга, со стороны Гарпинского ущелья, пресные подземные воды.

Совмещение гидродинамических, гидротермических, гидрохимических и гидрогазохимических данных на разрезах показывает, что изотермы и изохимы практически на большей части месторождения ложатся ортогонально по отношению к линиям равных напоров, что, по существу, позволяет рассматривать изохимы и изотермы в качестве условных линий тока восходящих минеральных вод (рис. 26).

Весьма показательным является разрез по линии скважин 16/70 - 30/71 - 8/72. Анализ гидродинамических данных свидетельствует о том, что здесь тесно соприкасаются два потока подземных вод - первый, движущийся с юга на север, и второй, имеющий направленность снизу вверх (рис. 27).

Построенная нами схематическая гидродинамическая сетка отображает характер взаимодействия названных двух потоков и свидетельствует о весьма сложных путях фильтрации подземных вод в разрезе. Вместе с тем, сопоставление отмеченной сетки с геологическими данными позволяет установить, что участок восходящей разгрузки вод совпадает на большом протяжении с зоной дробления в шовной части рассматриваемой впадины.

Показательным стало и совмещение гидродинамических данных с результатами глубинных опробований. Эта операция дала возможность получить приближенную пространственную модель месторождения. В частности, становится ясным, что гидрохимический и гидротермический купол минеральных вод в данном случае оказывается в значительной мере деформированным и "прижатым" к тектоническому экрану в борту впадины движущимися с юга пресными потоками.

В дальнейшем, с целью вскрытия и прослеживания тех частей трещинных зон разгрузки, которые были завуалированы потоком подземных вод в лавовых образованиях и для

того, чтобы продолжить дальнейшую расшифровку гидрогеологической структуры месторождения, были последовательно проведены два эксперимента по линейному гидравлическому зондированию (Вартанян, 1973). Они заключались в выпусках углекислой воды из двух субмеридионально ориентированных линий - "скв. 5/72 - 18/70 - 7/72" и "скв. 8/72 - 6/70 - 30/71".

Такой эксперимент был осуществлен вначале из группы скважин 5/72 - 18/70 - 7/72, а затем, после восстановления уровней, из скв. 8/72 - 6/70 - 30/71. Одновременно с выпуском проводились массовые опробования (гидрохимические и гидротермические) наблюдательных скважин, на основании чего была расшифрована степень гидравлической взаимосвязи отдельных систем разрывных дислокаций и участков месторождения.

В результате такого эксперимента была доказана полная разобщенность систем разрывных дислокаций в районе скважин 1/72 и 7/72, 18/71 и гидрогеологически активной разрывной дислокации в районе скв. 30/71, а также выявлена новая, ранее не фиксировавшаяся зона субширотного простиранения в районе скв. 30/71 (рис. 22).

Кроме того, эксперимент по линейному гидравлическому зондированию позволил выявить три самостоятельных, гидравлически изолированных блока: западный (1), центральный (2) и восточный (3).

Важно подчеркнуть, что о наличии гидрогеологически активных разрывных дислокаций в фундаменте впадины свидетельствовали и данные по газонасыщенности и нагретости углекислых вод (приложения 16 и 17).

Таким образом, рассматривая модель Мегрутского участка минеральных вод гидроинжекционного типа, анализируя гидрогеологическую карту и разрезы распространения гидродинамического, гидрохимического, гидрогеотермического и гидрогазохимического полей, можно с уверенностью сказать, что здесь имеет место как центральный, так и прислоненный тип разгрузки, что делает данное месторождение особенно сложно изучаемым объектом.

Активная зона 1-1 близмеридионального направления проходит по контакту приподнятого западного блока участка, установленного скважинами 4/72 и 2/72, с амплитудой смещения 120 - 150 м. Здесь восходящие минеральные воды в результате сложного взаимодействия с водами, поступающими

с юго-востока, имеют латеральное движение на север-северо-восток. В итоге по отношению к очагу разгрузки движение минеральных вод в горизонте-реципиенте имеет комбинированный характер.

Активная зона П-П близширотного направления может быть отнесена к центральному типу разгрузки.

Активные зоны Ш-Ш и 1У-1У по характеру разгрузки также относятся к центральному типу.

О характере деформации куполов активных зон У-У и У1-У1 нами уже говорилось в связи с анализом динамической сетки по данным разреза П-П (скв. 16/70 - 30/71 - 8/72). Пространственная модель участка зон У1-У1 и У-У становится более законченной при рассмотрении данных по разрезу 1-1. Анализ данных о состоянии гидродинамического, гидрохимического, гидрогеотермического и гидрогазохимического куполов указывает на наличие здесь прибортового вида прислоненного типа разгрузки минеральных вод. Гидродинамические показатели по обоим разрезам показывают, что вертикальное внедрение подземных вод происходит по широкой раздробленной зоне, четко выраженной в районах скважин 30/71 - 12/70 и протягивается в направлении к скв. 8/72. В этих местах линии равных напоров гидродинамической сетки принимают горизонтальное положение (перпендикулярно потокам восходящих вод). Очень интересна расшифровка положения линии изопьез гидродинамической сетки, показывающей горизонтальное движение (внедрение) пресных вод. По разрезу 1-1 эти линии изопьез, имея на юго-востоке участка высокие показатели и вертикальное положение, в направлении на северо-запад принимают почти горизонтальное положение и между скважинами 12/70 и 18/71 площадь характеризуется однозначной изопьезой. Такое же положение отмечено и на разрезе П-П.

Вся эта схема говорит о том, что в районе скважин 18/71-12/70 (по разрезу 1-1) и скважин 16/70 - 30/71 (по разрезу П-П) на участок месторождения с юго-запада и юго-востока вторгаются горизонтально движущиеся подземные воды, которые, соприкасаясь с восходящими минеральными водами, в сложной обстановке определяют комбинированный характер латерального движения минеральных вод в горизонте-реципиенте.

Ввиду того, что был установлен гидростатически экранированный тип разгрузки минеральных вод, для надежного обоснования эксплуатационных запасов месторождения потребова-

Таблица 7

Прирост напоров по буровым скважинам по мере их бурения

№ п/п	№ сква- жин	Абсолют- ная от- метка, м	Прирост напоров при глубинах						$\frac{\Delta H}{L} \times 100$
			40	80	120	160	200	240	
1	1/72	312,8	-	-	-	+6,0	+6,2	+6,2	$0,2/40 \times 100 = 0,5$
2	2/72	306,0	-	-	+2,05	+2,1	+2,1	+2,1	$0,05/40 \times 100 = 0,12$
3	4/72	316,9	-	-	+0,25	+0,4	+0,6	+0,6	$0,0045 \times 100 = 0,45$
4	5/72	329,4	-	-	-	-5,0	-5,0	-5,0	
5	6/72	317,2	+2,85	+2,96	+3,0	+3,0	+3,0	+3,0	$0,0015 \times 100 = 0,15$
6	7/72	303,6	-	-	-	+16,5	+17,1	+17,1	$0,0015 \times 100 = 0,15$
7	8/72	312,0	-	+5,25	+5,32	+5,37	+5,47	+5,4	$0,0012 \times 100 = 0,12$
8	11/72	304,8	-	-	-	+2,75	+2,8	+2,8	$0,001 \times 100 = 0,1$
9	12/72	308,8	-	+9,5	+9,66	+9,66	+9,70	+9,7	$0,0017 \times 100 = 0,17$

лась оценка величины естественных ресурсов углекислых вод.

Оценка величины естественных ресурсов скрыто разгружающихся углекислых вод Мегрутского участка проводилась на основании полученной структурной схемы. С этой целью был проведен цикл определений величин напоров минеральной составляющей в месте ее разгрузки в горизонт-реципиент.

На основании анализа данных о градиенте прироста напоров подземных вод, полученных по мере углубления разведочных скважин, осуществлялось дальнейшее уточнение протяженности трещинных питающих зон (табл. 7). Эти величины далее были проверены данными, характеризующими абсолютные величины напоров минеральных вод в месте их внедрения в горизонт-реципиент.

Значения напоров глубинных вод зафиксировались после установки гидротампонов в призабойных частях наиболее результативных (высоконапорных) скважин, вскрывших зоны разгрузки минеральных вод с таким расчетом, чтобы предотвратить переток напорных минеральных вод в верхние части разреза (табл. 8).

Таблица 8

Напоры по скважинам
(данные замеров с помощью гидротампонов)

№ скваж.	Условн. отметка устья, м	Глубина установки, м	<u>Пьезометрический уровень в метрах</u>		<u>Напоры в метрах</u>	
			общий	минеральн. составляющ.	Н _о (общ)	Н _{мин}
18/71	317,4	105,0	+3,1	+3,45	320,5	320,85
30/71	317,6	204,0	+2,5	+2,96	320,1	320,56
33/71	310,3	129,0	+11,7	+12,4	322,0	322,70
11/72	305,0	165,0	+2,8	+2,9	307,8	307,9
7/72	303,6	198,0	+17,1	+18,2	320,7	321,80
1/72	312,8	203,0	+6,2	+6,65	319,0	319,45

Полученные абсолютные значения величин напоров еще раз подтвердили предположение о том, что фундамент впадины на Мегрутском участке представляет собой сложную структуру, состоящую из трех гидравлически изолированных блоков (рис.22).

На основании обобщенных данных по участку Мегрут была принята средняя мощность водоносного горизонта-реципиента, равная 200 м. Были также вычислены величины напоров восходящих минеральных вод по скважинам, что далее было использовано для оценки величины естественных ресурсов углекислых вод месторождения (табл. 9). Для возможно более полной характеристики месторождения обратимся к оценке величины естественных ресурсов, проведенной лабораторией минеральных вод ВСЕГИНГЕО совместно с УГ СМ Армянской ССР при участии автора.

В основу подсчета естественных ресурсов положены представления о гидроинжекционном характере взаимодействия двух водоносных (водонапорных) зон. В этом случае оценка естественных ресурсов может быть проведена по расчетной формуле (Вартанян, 1974):

$$Q_{\text{мин}} = Q_{\text{гр}} \times \theta$$

Ввиду того, что фундамент Мегрутского участка Кироваканского месторождения углекислых минеральных вод состоит из трех самостоятельных блоков, в каждом из которых выявлены условно изолированные системы гидрогеологически активных разрывных дислокаций, оценка естественных ресурсов углекислых минеральных вод была осуществлена отдельно для каждого блока.

На основании анализа рассмотренных выше материалов рассчитаны исходные данные для составления сводной таблицы подсчета оценки естественных ресурсов углекислых минеральных вод Мегрутского участка Кироваканского месторождения (табл. 9).

Суммарная величина естественных ресурсов Мегрутского участка составила 3655 м³/сут (приложение 26).

Полученные значения естественных ресурсов месторождения позволили сопоставить заявленные потребности с реальным потенциалом месторождения.

В частности, в соответствии с этими величинами, а также исходя из установленной гидравлической разобщенности отдельных блоков, подсчет эксплуатационных запасов был проведен таким образом, чтобы отбор воды в пределах того или иного блока был существенно ниже естественных ресурсов.

Эта мера должна была предотвратить нежелательные явления истощения месторождения или процессы разубоживания качества отбираемых минеральных вод.

Таблица 9

Сводная таблица
исходных данных для подсчета естественных ресурсов углекислых минеральных вод
Мегрутского участка Кироваканского месторождения

№ п/п	Номера блоков и гидро- геологически активных дислокаций тектониче- ских зон	H_M м	H_O м	I	l м	b м	K м/сут	$Q_{гр}$ $м^3/сут$	L	H	θ	$Q_{мин.}$ $м^3/сут$
1	Блок 1											
	Гидрогеолог. акт. дис. 1-1	113,72	113,7	0,03	400	30	16	1630	3,52	0,99	0,386	630
	Гидрогеолог. акт. дис. П-П	118,5	118,0	0,01	500	30	16	570	2,6	0,995	0,28	160
	Всего по блоку 1											790
2	Блок 2											
	Гидрогеолог. акт. дис. Ш-Ш	121,32	120,6	0,035	600	30	28	3260	4,95	0,99	0,38	1350
	Гидрогеолог. акт. дис. У-У	122,35	121,25	0,016	350	30	28	1630	3	0,99	0,49	800
	Всего по блоку 2											2150
3	Блок 3											
	Гидрогеолог. акт. дис. У1-У1	120,56	120,10	0,016	900	140	6	1620	7,5	0,99	0,44	715
	Всего по блокам 1, 2. и 3							8710				3655

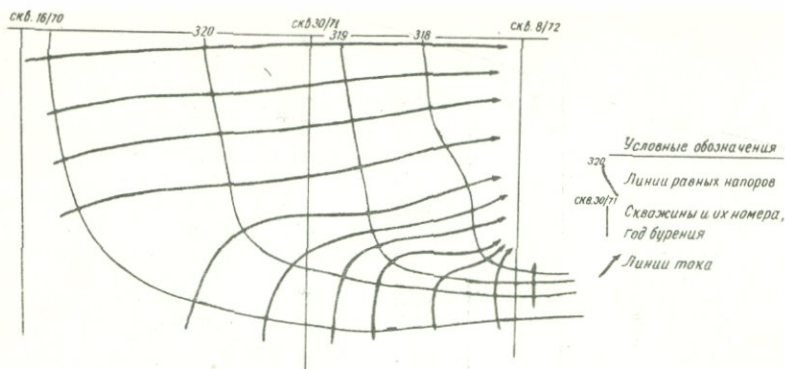


Рис. 27. Гидродинамическая сетка для случая разгрузки минеральных вод в горизонт - реципиент (восточный - 3 - блок Мегрутского участка Кирозакана). Сост. Р. Б. Ядоян. 1976 г.

Подсчет запасов минеральных вод Мегрутского участка Кироваканского месторождения выполнен комбинированным методом. Запасы категорий А и C_1 (916 и 1021 м³/сут. соответственно) определены гидравлическим методом, а суммарная величина естественных ресурсов (3655 м³/сут.) - по вышеописанной гидродинамической методике.

Государственная Комиссия по запасам СССР утвердила эксплуатационные запасы в количестве 916 м³/сут. (категория А) и 1021 м³/сут. (категория C_1), отметив при этом, что подсчитанная величина естественных ресурсов служит подтверждением обеспеченности эксплуатационных запасов, определенных гидравлическим методом.

Эксплуатационные запасы категорий А соотносятся с естественными ресурсами следующим образом:

$$\text{Блок I} \quad \frac{Q_{\text{ест.}}}{Q_{\text{экс.}}} = \frac{790}{54,4} = 14,5$$

$$\text{Блок II} \quad \frac{Q_{\text{ест.}}}{Q_{\text{экс.}}} = \frac{2150}{602,6} = 3,5$$

$$\text{Блок III} \quad \frac{Q_{\text{ест.}}}{Q_{\text{экс.}}} = \frac{715}{259} = 2,7$$

$$\text{Запасы А + } C_1: \frac{\text{ест.}}{\text{экс. (А + } C_1)} = \frac{3655}{1937} = 1,9$$

Эти соотношения позволяют считать, что эксплуатационные запасы месторождения базируются на устойчивой и надежной основе, имея многократное превышение в естественных ресурсах.

В ы в о д ы

Проведенные исследования позволяют сформулировать следующие основные положения:

1. Наложенные тектонические депрессии в горноскладчатых регионах представляют собой специфические гидрогеологические структуры, обеспечивающие локализацию и скрытую разгрузку глубинных потоков минеральных вод в верхние рыхло-обломочные 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 минеральные воды, пользуясь геолого-структурными показателями.

2. В прифундаментной части наложенных депрессий сопрягаются трещинно-жильные питающие каналы, выводящие из недр минеральные 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 минеральных вод осуществляется по механизму внедрения (гидроинъекции).

В зависимости от строения фундамента впадины и структурно-морфологического положения зоны разгрузки минеральных вод по отношению к бортам депрессии предлагается выделять следующие типы гидроинжекционных месторождений:

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

Б. Прислоненного типа, когда разгрузка минеральных вод осуществляется из трещинно-жильной водонапорной системы между двумя блоками с различным уровнем воздымания. Формирующийся в результате этого купол минеральных вод обычно бывает смят: площадь растекания минеральных вод имеет большие 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 геологоразведочных работ на минеральные воды, так как типом разгрузки во многом определяется методика разведки месторождения.

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

4. Личкское месторождение углекислых вод приурочено к

грабену субширотного простирания, выявленному на южном побережье Большого Севана. Грабен имеет максимальную ширину 1,5 – 2 км и окаймляется северо-восточным и юго-западным тектоническими швами. Здесь в обводненных вулканогенно-осадочных образованиях неогенового возраста установлено 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 с прислоненным – прибортовым очагом разгрузки.

Эксплуатационные запасы месторождения, оцененные гидравлическим методом по данным детальной разведки, защищены в ГКЗ СССР в количествах 1382 м³/сут. (категория А), 1330 м³/сут. (категория В) и 691 м³/сут. (категория С₁).

5. Севанское месторождение углекислых вод приурочено к субширотной тектонической Гаварагетской впадине, являющейся частью межгорной Севанской котловины. В структурном отношении Гаварагетская впадина представляет собой односторонний грабен, заполненный четвертичными озерно-речными, флювиогляциальными и вулканогенными образованиями.

В результате разведочных работ и более поздней интерпретации данных разведки установлено, что Севанское месторождение характеризуется восходящей разгрузкой углекислых вод по зоне сочленения двух тектонических нарушений (север-северо-западного и близширотного простираний), в юго-западном углу Гаварагетской впадины. Кроме того, под осадочный чехол впадины углекислые воды выводятся к субширотным тектоническим нарушениям. Здесь регистрируется купол минеральных вод, располагающийся непосредственно над зоной нарушения.

Анализ данных по гидрохимии, гидротермии и гидродинамике позволяет отнести данное месторождение к объектам с центральным расположением очага разгрузки минеральных вод.

Эксплуатационные запасы Севанского месторождения оценены и утверждены в ГКЗ СССР в количестве 1710,7 м³/сут. по категории А.

6. Кироваканское месторождение углекислых вод приурочено к одноименной грабен-синклинали, имеющей субширотное простирание и расположенной в центральной части Севанской

оротектонической зоны.

Фундамент грабен-синклинали сложен эоценовыми порфири-тами, разбитыми на многочисленные блоки. Блоки в фундаменте образуют многоступенчатую поверхность. Система разрывных дислокаций разделяет такие блоки на гидрогеологически обособленные участки. Исследования позволили установить положение ранее неизвестных гидрогеологически активных тектонических зон, проследить общую протяженность и площадь зоны скрытой разгрузки минеральных вод. Установлено, что в пределах Мегрутского участка Кироваканского месторождения имеется 3 гидрохимических (гидротермических) купола минеральных вод, устойчивых практически при всех достигнутых режимах водоотбора. На Кироваканском месторождении минеральных вод гидроинжекционного типа имеет место как центральный, так и прислоненный тип разгрузки.

Специальные работы, проведенные с целью оценки величины естественных ресурсов углекислых вод участка, позволили установить их в количестве $3655 \text{ м}^3/\text{сут.}$ Эта величина далее принята за показатель естественной обеспеченности запасов.

Эксплуатационные запасы углекислых вод Мегрутского участка Кироваканского месторождения оценены и утверждены ГКЗ СССР в количестве $915,8 \text{ м}^3/\text{сут.}$ (категория А) и $1201 \text{ м}^3/\text{сут.}$ (категория С₁).

Завершая рассмотрение результатов исследования, автор считает целесообразным сформулировать ряд задач, заслуживающих дальнейшего изучения:

1. Региональная оценка ресурсов термоминеральных вод в наложенных тектонических депрессиях для их комплексного использования в промышленных, тепло-энергетических и курортологических целях.

2. Районирование территории горноскладчатых регионов с точки зрения возможности освоения термоминеральных вод наложенных тектонических впадин для целей промышленного тепло-энергетического и курортологического использования (в зависимости от величины ресурсов, степени нагретости, содержания промышленно-полезных или биологически активных компонентов);

3. Дальнейшее совершенствование приемов и методов геологоразведочных работ на термоминеральные воды в тектонически наложенных впадинах, обеспечивающих повышение достоверности оценки прогнозных запасов и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аветисян В. А. К вопросу о формировании вод андезито-базальтовых лав Армении. В сб. "Вопросы геологии и гидрогеологии Армянской ССР". Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1956.

2. Ананян А. Л. Некоторые особенности теплового поля района курорта Джермук. В кн. "Геотермические исследования и использование тепла Земли". "Наука", с. 301-304, М., 1966.

3. Арбузов В. А., Берри И. Л. Гидродинамические особенности и условия формирования месторождения углекислых вод Арзни в Армянской ССР. Тр. научно-технического совещания по гидрогеологии и инженерной геологии, вып. П, "Минеральные, термальные и промышленные воды", "Недра", М., 1968.

4. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. "Ай-петрат", 430 с., Ереван, 1958.

5. Асланян А. Т. Некоторые вопросы региональной гидрогеологии Армении. Сб. докладов Всесоюз. совещания по вопросам гидрогеологии и инженерной геологии, Ереван, 1963.

6. Багдасарян А. Б. Климат Армянской ССР. В кн. "Геология Армянской ССР", т. 1, Изд. АН Арм. ССР, 1962.

7. Балян С. П., Бошнагян П. С. Палеогеография и некоторые вопросы гидрогеологии бассейна оз. Севан. Сб. "Вопросы геологии Кавказа", Изд. АН Арм. ССР, 1946.

8. Балян С. П. Морфологический анализ новейших тектонических движений Армении. Материалы совещ. по изучению четверт. периода, т. П, Изд. АН Арм. ССР, 1961.

9. Балян С. П. Структурная геоморфология Армянского нагорья и окаймляющих областей. Изд. Ереванского университета, 390 с., Ереван, 1969.

10. Биндеман Н. Н. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. Госгеолтехиздат, 197 с., 1963.

11. Биндеман Н. Н., Язвин Л. С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. "Недра", 215 с., М., 1970.
12. Буачидзе И. М. Зональность распространения подземных вод в горноскладчатых областях на примере Грузии. Тр. научно-исслед. лаборатории гидрогеол. и инженерно-геологич. проблем, № 1, Тбилиси, 1962.
13. Бочеввер Ф. М., Язвин Л. С. Неустановившееся напорно-безнапорное движение подземных вод к водозаборам. В кн. "Вопросы гидрогеологич. расчетов водозаборов и дренажей", Тр. ВОДГЕО, сб. 5, с. 124-137, Госстройиздат, 1963.
14. Вартанян Г. С. К вопросу о применении методики массовых глубинных гидрохимических опробований для расшифровки структуры месторождений минеральных вод. Бюлл. МОИП, отд. геол., вып. 2, т. 70, с. 140-143, 1965.
15. Вартанян Г. С. Типизация месторождений минеральных вод для целей разведки. Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 12, вып. 5, с. 152-155, 1966.
16. Вартанян Г. С. Взаимодействие напорных и безнапорных вод вблизи поверхности Земли. Изв. АН Арм. ССР, "Науки о Земле", № 1-2, с. 112-119, 1968.
17. Вартанян Г. С. Роль процессов регионального метаморфизма в формировании некоторых типов минеральных вод и их провинций. Бюлл. МОИП, отд. геол., вып. 3, т. ХУШ, с. 99-105, 1968.
18. Вартанян, Яроцкий А. А. Поиски, разведка и оценка эксплуатационных запасов месторождений минеральных вод. "Недра", 127 с., М., 1972.
19. Вартанян Г. С. Некоторые факторы формирования и эволюции водонапорных систем в магматогенно-метаморфических массивах. Бюлл. МОИП, отд. геол., т. ХУШ, вып. 1, с. 108-113, 1973.
20. Вартанян Г. С. Об одной форме глубинного стока подземных вод. ДАН СССР, т. 214, № 6, с. 1414-1416, 1974.
21. Вартанян Г. С. О закономерностях формирования и размещения трещинных водонапорных систем в области новейшей орогении. В сб. "Закономерности формирования и распространения минеральных вод СССР", "Наука", с. 42-49, М., 1975.
22. Вартанян Г. С. Месторождения углекислых вод горноскладчатых регионов. 285 с., М., "Недра", 1977.
23. Вегуни В.Т., Аветисян В. А. Геолого-гидрогеологические условия бассейна оз. Севан. В кн. "Результаты ком-

Таблица водного баланса и естественных ресурсов подземных вод бассейна верхнего течения р. Ахурия

№ пп	Наименование водосборных бассейнов	Высотные зоны	Пло- щадь, км ²	Водный баланс (обеспеченность в мм и млн м ³ /год по среднегодовому значению)								Подземный сток (ресурсы) в м ³ /сек по минимальному значению			
				осадки		испарения		роднико- вый сток в млн м ³ /год	дренаж- ный сток в млн м ³ /год	поверхн. сток в млн м ³ /год	глубинный инфильтра- ционный сток в млн м ³ /год	всего	роднико- вый сток	дренажный сток	глубинный годовой инфиль- трационный сток
				в мм	м ³ /год	в мм	м ³ /год								
1.	р. Зар-гет, с. Гюлиджа	2400-2000	18	650	11,70	300	5,4	0,94	1,57	3,46	-0,3	0,06	0,02	0,03	0,01
2.	р. Чивили с. Кузикенд	2800-2400	50	675	33,70	275	13,7								
		2400-2000	33	625	20,60	300	9,9								
		Итого	83		54,30		23,6	3,46	3,46	8,50	-14,28	0,62	0,08	0,09	0,45
3.	р. Гукасян - с. Красар	3200-2800	20	900	18,0	250	5,0								
		2800-2400	55	900	49,5	250	13,7								
		2400-2000	112	825	92,4	275	30,8								
		2000 и ниже	12	750	9,0	300	3,6								
		Итого	199		168,9		53,1	37,5	53,5	21,7	-3,2	2,86	1,15	1,61	0,10
4.	р. Ахурия - с. Амасия	3200-2800	20	900	18,0	250	5,0								
		2800-2400	128	772	98,8	272	35,6								
		2400-2000	398	6,81	271,2	304	120,8								
		2000-1600	139	613	85,2	346	48								
		Итого	685		473,2		209,4	65,2	64,3	82,5	-51,8	5,59	1,98	1,97	1,84
5.	р. Ахурия - с. Капс	3200-2800	20	900	18,0	250	5,0								
		2800-2400	128	772	98,8	278	35,6								
		2400-2000	502	660	331,0	318	159,8								
		2000-1600	222	589	133,6	367	83,2								
		Итого	877		581,4		283,6	71,2	82,5	108,7	-35,4	5,60	2,10	2,40	1,10

Данные О. А. Агиняна.

Таблица водного баланса и естественных ресурсов подземных вод бассейна р. Ахурия

№ пп	Наименование водо- сборных бассейнов	Высотные зоны	Площадь в км ²	Водный баланс (обеспеченность в мм и млн м ³ /год по среднегодовому значению)						Подземный сток (ресурсы) в м ³ /сек (по минимальному значению)					
				осадки		испарения		родниковый сток в млн м ³ /год	дренажный сток в млн м ³ /год	поверхност- ный сток в млн м ³ /год	глубинный инфильтраци- онный (сток) в млн м ³ /год	всего	роднико- вый сток	дренаж- ный сток	глубинный годо- вой инфильтра- ционный сток
				в мм	в млн. м ³ /год	в мм	в млн м ³ /год								
1.	р. Гегадзор ~ с. Гариб- джанян	3600-3200	18	850	15,3	160	2,9								
		3200-2800	72	730	52,6	210	15,1								
		2800-2400	80	675	54,0	250	20,0								
		2400-2000	259	550	142,0	350	30,6								
		2000-1600	425	500	212,5	380	161,5								
		1600	181	470	85,1	400	72,4								
		Итого	1035		561,5		367,9	3,37	9,98	15,8	164,45	5,60	0,10	0,30	5,2
2.	Юго-западный склон г. Арагац	свыше 3200	6,7	690	4,6	284	1,5								
		3200-2800	16,5	655	10,8	263	4,34								
		2800-2400	18,8	586	11,6	311	6,15								
		2400-2000	57,9	529	30,6	344	19,9								
		2000-1600	85,1	451	38,4	406	34,5								
		Итого	186		96,0		68,49	11,26	0,69	4,79	12,83	0,77	0,35	0,02	0,4
3.	Карсское плато и право- бережье р. Ахурия	6735		4186		2500,6		Речной сток	555,3	1131,1	36	-	-	36	
				54258		3218,6	85,8	93,1	684,6	1343,7	47,97	2,85	2,42	42,7	
	Всего по бассейну реки Ахурия (включая и верх- нее течение)														

Данные О. А. Агиняна.

Таблица водного баланса и естественных ресурсов подземных вод бассейна р. Памбак

№ п/п	Наименование водосбор- ных бассейнов	Высотные зоны	Площадь в км ²	Водный баланс (обеспеченность в мм и млн м ³ /год по среднегодовому значению)						Подземный сток (ресурсы) в м ³ /сек по минималь- ному значению						
				осадки		испарения		родниковый сток в млн м ³ /год	дренажный сток в млн м ³ /год	поверхно- стный сток в млн м ³ /год	глубинный инфильтра- ционный (сток) в млн м ³ /год	всего	роднико- вый сток	дренажный сток	глубинный годовой ин- фильтраци- онный сток	
				в мм	в млн. м ³ /год	в мм	в млн м ³ /год									
1.	р. Памбак - ст. Налбанд	2300-2400	36	850	30,6	300	10,8									
		2400-2000	260	662	172,2	334	87,0									
		2000-1600	132	585	77,3	350	46,2									
		Итого	428		280,1		144,0	4,85	38,43	35,60	-57,60	2,52	0,11	0,61	1,8	
2.	р. Чичкан - ст. Налбанд	2300-2400	36	850	30,6	300	10,8									
		2400-2000	128	750	96,0	325	41,6									
		2000-1600	44	675	29,7	350	5,4									
		Итого	208		156,3		67,8	1,26	22,36	35,28	-29,6	1,20	0,01	0,25	0,94	
3.	р. Памбак - с. Арчут	2800-2400	72	835	60,1	300	21,5									
		2400-2000	388	681	264,2	332	129,0									
		2000-1600	300	610	183,0	350	105,0									
		до 1600	56	550	30,8	400	22,4									
		Итого	816		538,1		277,9	12,28	47,88	38,74	-161,3	0,50	0,21	0,29	-	

Данные О. А. Агиняна

Таблица водного баланса и естественных ресурсов подземных вод бассейнов рек Мармарик, Тохлуджа и Гаварагет

№ п/п	Наименование водосбор- ных бассейнов	Высотные зоны	Площадь км ²	Водный баланс (обеспеченность в мм и млн м ³ /год по среднегодовому значению)								Подземный сток (ресурсы) в м ³ /сек по мини- мальному значению			
				Осадки		испарение		родниковый сток в млн м ³ /год	дренажный сток в млн м ³ /год	поверхност- ный сток в млн м ³ /год	глубинный инфильтра- ционный сток в млн м ³ /год	всего	родниковый сток	дренажный сток	глубинный годовой ин- фильтрацион- ный сток
				в мм	в млн м ³ /год	в мм	в млн м ³ /год								
1	р. Раздан - с. Кахси	3200-2800	14	755	10,50	239	3,35								
		2800-2400	140	777	108,8	274	38,4								
		2400-2000	256	694	177,6	294	75,2								
		2000-1600	364	643	234,2	347	126,2								
		Итого	774		531,15		243,15	52,29	102,6	162,22	+29,11	5,5	1,58	3,05	+0,9
2	р. Тохлуджа	2800-2400	12	900	7,2	300	3,6								
		2400-2000	24	575	13,8	300	7,2								
		2000	4	500	2,0	325	1,3								
		Итого	40		23,0		12,1	0,72	0,72	4,82	-4,64	0,17	0,01	0,02	0,14
3	р. Гаварагет	свыше 3200	12	950	11,4	200	2,4								
		3200-2800	76	850	64,6	200	15,2								
		2800-2400	96	750	72,0	250	24,0								
		2400-2000	192	600	115,2	325	62,4								
		2000	24	475	11,4	400	9,6								
		Итого	400		274,6		113,6	55,75		51,26	-55,0	-	-	-	1,42
4	Междуречье бассейна рек Гаварагет - Аргичи	свыше 3200	8	825	6,6	200	1,6								
		3200-2800	40	750	30,0	250	1,0								
		2800-2400	64	675	43,2	300	19,2								
		2400-2000	144	575	82,8	350	50,4								
		2000	60	450	-	450	-	-	-	40,9	-	-	-	-	-
		Итого	316		162,6		81,2	33,7			-6,8				0,2

Данные О. А. Агияняна

плексных исследований по севанской проблеме", т. 1, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1961.

24. Вегуни В. Т. Естественные ресурсы подземных вод Армянской ССР и перспективы их использования. Автореф. канд. дис. 26 с., Ереван, 1975.

25. Врублевский М. И. Минеральные углекислые воды и условия их формирования. "Закономерности формирования и распространения минеральных вод СССР", ВСЕГИНГЕО, "Наука", с. 11-13, М., 1975.

26. Габриелян А. А. Основные вопросы тектоники Армении. Изд. АН Арм. ССР, 186 с., Ереван, 1959.

27. Габриелян А. А. Палеоген и неоген Армянской ССР. Стратиграфия, тектоника и история геологического развития. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1964.

28. Габриелян А. А. и др. Тектоническая карта интрузивных формаций Армянской ССР. "Митк", 74 с., Ереван, 1968.

29. Геология Армянской ССР, т. IX, "Минеральные воды", Изд. АН Арм. ССР, 524 с., Ереван, 1969.

30. Геология Армянской ССР, т. УШ, "Гидрогеология", Изд. АН Арм. ССР, 392 с., Ереван, 1974.

31. Гидрогеология СССР, т. XI, "Армянская ССР", "Недра", с. 352, М., 1968.

32. Гольдберг В. М., Язвин Д. С. Методические указания по оценке эксплуатационных запасов термальных вод. ВСЕГИНГЕО, 114 с., М., 1966.

33. Демехин А. П. Минеральные воды устья р. Бддан (Дилижан). Вопросы геологии и гидрогеологии Армянской ССР, с. 114-136, Ереван, 1956.

34. Демехин А. П. Минеральные воды бассейна р. Арпа. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1958.

35. Дзенс-Литовский А. И., Толстихин Н. И. Краткая пояснительная записка к схематической карте природных минеральных вод СССР. Госгеолиздат, 28 с., М., 1946.

36. Елисеев Н. А. Метаморфизм. Изд. ЛГУ, 415 с., 1959.

37. Елманова Н. М. Основные типы месторождений азотных терм гранитных массивов Азиатской части Союза. Материалы IУ совещ. по подземным водам Сибири и Дальнего Востока. Хабаровск, 1970.

38. Зайцев И. К., Толстихин Н. И. Основы структурно-гидрогеологического районирования СССР. Тр. ВСЕГЕИ, новая серия, т. 101, 1963.

39. Зайцев И. К., Толстихин Н. И. (гл. ред.). Гидрохимическая карта СССР (Минеральные воды), М 1:5000000, Л., 1966.

40. Зайцев И. К., Толстихин Н. И. Закономерности распространения и формирования минеральных подземных вод. "Недра", 179 с., М., 1972.

41. Иванов В. В. Гидрогеология главных минеральных вод. В кн. Руководство "Основы курортологии", Медгиз, с.44-100, М., 1956.

42. Иванов В. В., Невраев Г. А. Классификация подземных минеральных вод. "Недра", 168 с., М., 1964.

43. Иванов В. В. (гл. ред.) Карта минеральных лечебных вод СССР. М 1:4000000, 1968.

44. Иванов В. В. и др. Джермукское месторождение углекислых терм Армении. Тр. научно-технич. совещ. по гидрогеологии и инж. геологии, вып. 2, "Минеральные, термальные и промышленные воды", "Недра", М., 1968.

45. Инструкция по применению классификаций эксплуатационных запасов подземных вод. Госгеолтехиздат, 86 с., М., 1962.

46. Инструкция по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод к месторождениям минеральных вод. ГКЗ СССР, М., 1979.

47. Каменский Г. Н. Основы динамики подземных вод. Госгеоллиздат, 248 с., М., 1943.

48. Каспаров С. А., Сутуев А. Б., Ходжоян Г. П. Месторождения минеральных вод и лечебных грязей на Прикаспийской низменности в пределах Дагестана. В сб. "Закономерности формирования и распространения минеральных вод СССР", "Наука", 181-190 с., М., 1975.

49. Коржинский Д. С. Термодинамика и геология некоторых метаморфических реакций с выделением газовой фазы. Зап. Всесоюзн. минералог. о-ва, № 1, 1-17 с., 1935.

50. Лумельский И. Л. О формировании углекислых минеральных вод района Кавказских минеральных вод. В сб. "Закономерности формирования и распространения минеральных вод СССР", "Наука", 80-83 с., М., 1975.

51. Макаренко Ф. А. О происхождении углекислых соляно-щелочных вод в районе КМВ. ДАН СССР, №2, т. XXII, 1950.

52. Макаренко Ф. А. Некоторые общие закономерности

Краткая характеристика геологического разреза Центрального участка Личского месторождения

№ скв.	Условная Глубина		Краткая характеристика основных комплексов			Интервалы основных водоносных зон, м		
	отметка устья скважин, м	Глубина, м	Глубина вскрытия		Краткое описание пород (сверху вниз)			
			от	до				
1	2	3	4	5	6	7		
1-Р	1015	227,0	0,0	15,0	Валунно-галечные отложения изверженных пород с глинистым заполнителем; глины песчанистые	I. 15,0-54,0		
			15,0	54,0	Валунно-галечные отложения изверженных пород с песчано-глинистым заполнителем			
			54,0	61,0	Глина песчанистая, плотная			
			61,0	95,0	Валунно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем			
			95,0	102,0	Глина песчанистая		П. 61,0-140,0	
			102,0	140,0	Валунно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем и с линзой глин			
			140,0	150,0	Глина плотная			
			150,0	190,0	Валунно-галечные отложения изверженных пород с линзами песчанистых глин, мощность линз колеблется от 5 до 10 м			
			190,0	195,0	Глина плотная желтоватого цвета			
			2-Р	1016,0	280,0		195,0	227,0
0,0	11,0	Песок разнозернистый с глинистым заполнителем						
11,0	51,0	Валунно-галечные отложения изверженных пород с песчано-глинистым заполнителем				I. 11,0-51,0		
51,0	62,0	Глина плотная, песчанистая						
62,0	96,0	Валунно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем						
96,0	103,0	Глина песчанистая					П. 62,0-143,0	
103,0	143,0	Валунно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем						
143,0	153,0	Глина плотная						
153,0	250,0	Валунно-галечные отложения изверженных пород с включением глинистых линз мощностью от 6 до 12 м				Ш. 153-250,0		
250,0	260,0	Глина плотная						
3-Р	1010	162,0	0,0	11,0	Глина песчанистая	I. 11,0-55,0		
			11,0	55,0	Валунно-галечные отложения изверженных пород с песчано-глинистым заполнителем, с линзами глин			
			55,0	63,0	плотных, мощностью до 8 м			
			63,0	63,0	Глина плотная		П. 63-138,5	
			63,0	138,5	Валунно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем, с линзами глин			
			138,5	162,0	плотных, мощностью до 8 м			
			162,0	12,8	Глина песчанистая, валунно-галечные отложения изверженных пород с глинистым заполнителем			I. 12,8-60,0
			12,8	60,0	Глина песчанистая с галькой и гравием			
			60,0	68,0	Валунно-галечные отложения изверженных пород с песчано-глинистым заполнителем			
			68,0	108,5	Глина песчанистая, плотная			
108,5	120,5	Валунно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем	П. 68,0-159,0					
120,5	159,0	Глина плотная						
159,0	166,0	Валунно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем						
166,0	261,0	Глина плотная		Ш. 166-261,0				
261,0	307,8	Валунно-галечные отложения изверженных пород с пропластками и линзами глин						
307,8	336,6	Глина плотная с включением гальки и гравия						
336,6	348,0	Валунно-галечные отложения с глинистым заполнителем						
348,0	366,3	Глина плотная	IV. 348-366					
366,3	405,0	Галечник изверженных пород						
405,0		Глина плотная и песчанистая						

1	2	3	4	5	6	7
5-Р	1017	322,5	0,0	21,0	Глина песчанистая	
			21,0	49,0	Валуно-галечные отложения изверженных пород с песчано-глинистым заполнителем	I. 21,0-29,0
			49,0	74,0	Глина песчанистая	
			74,0	102,0	Валуно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем	
			102,0	138,0	Глина песчанистая	II. 74,0-142,0
			138,0	142,0	Валуно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем	
			142,0	156,0	Глина плотная	
			156,0	175,0	Андезито-базальты слаботрещиноватые, плотные	
			175,0	210,0	Глина песчанистая	
			210,0	281,6	Валуно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем	Ш. 210-281,6
6-Р	1016	523,0	281,6	322,5	Глина песчанистая; валуно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем	
			0,0	35,0	Андезито-базальты трещиноватые	I. 35,0-50,0
			35,0	50,0	Галька, гравий с песчано-глинистым заполнителем	
			50,0	60,0	Глина песчанистая	
			60,0	108,0	Кварцевые пески с галькой и гравием	
			108,0	154,0	Валуно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем	I. 60,0-154,0
			154,0	168,0	Андезито-базальты плотные, слаботрещиноватые	
			168,0	175,0	Глина плотная	
			175,0	250,0	Валуно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем	Ш. 175-250,0
			250,0	260,0	Глина песчанистая или плотная	
7-Р	1020,0	320,0	260,0	315,0	Валуно-галечные отложения изверженных пород с глинистым заполнителем	
			315,0	325,0	Глина плотная с включениями гравия и гальки	
			0,0	15,0	Валуно-галечные отложения изверженных пород с песчано-глинистым заполнителем	
			15,0	64,0	Андезито-базальты трещиноватые	
			64,0	66,0	Глина песчанистая	
			66,0	96,0	Валуно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем	
			96,0	109,0	Глина песчанистая	II. 77,0-131,0
			109,0	131,0	Валуно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем	
			131,0	144,0	Глина плотная	
			144,0	170,0	Валуно-галечные отложения изверженных пород с глинистым заполнителем	
8-Р	1012,0	302,0	170,0	200,0	Глина песчанистая	
			200,0	215,0	Валуно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем	Ш. 200-215,0
			215,0	272,0	Глина плотная с линзой песка, мощностью 17 м	
			272,0	310,0	Валуно-галечные отложения изверженных пород с песчано-глинистым заполнителем	
			310,0	320,0	Глина песчанистая	
			0,0	17,5	Галька, гравий с разнозернистым песком, глина жирная	
			17,5	60,0	Валуно-галечные отложения изверженных пород с песчано-глинистым заполнителем	I. 17,5-60,0
			60,0	68,0	Глина песчанистая, плотная	
			68,0	130,8	Валуно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем	II. 68,0-130,8
			130,8	145,0	Глина плотная	
			145,0	198,5	Валуно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем	
			198,5	250,0	Глина песчанистая	
			250,0	285,0	Валуно-галечные отложения изверженных пород с песчаным заполнителем	Ш. 145,0-285,0
			285,0	302,0	Глина плотная	

Основные гидрогеологические данные по Центральному участку Личского месторождения углекислых вод

№ скв.	Условная отметка устья, м	Глубина скважин, м	Глубина вскрытия водоносных зон, м	Глубина появления воды, м	Водовмещающие породы	Температура воды на устье скважины	Дебит воды л/сек (самоизлив)	Уровни в м		CO ₂ раств., г/л	Минерализация, г/л
								Н стат.	Н динам.		
1-Р	1015,0	227,0	1/15,0-54,0	15,0	Валуно-галечные отложения, местами галечниковые, изверженных пород с песчаным и песчано-глинистым заполнителем	11,0	16,5	-	-	-	0,5
			П/61,0-140,0	61,0		12,4	2,2	-	-	0,8	3,2
			Ш/150-197,0	150,0		18,0	5,0	-	-	2,5	6,3
			150-227,0			18,0	11,4	-0,5	-4,23	2,6	6,3
2-Р	1016,0	260,0	1/11,0-51,0	11,0	-"-	12,0	1,1	-	-	-	0,5
			П/62,0-143,0	62,0	-"-	16,0	3,6	-	-	1,4	3,5
			Ш/153,0-250,0	153,0	-"-	21,0	14,0	-1,2	-5,70	2,2	6,8
3-Р	1020,0	162,0	1/11,0-55,0	11,0	-"-	18,4	10,6	-	-	1,0	2,1
			П/63,0-138,5	63,0	-"-	15,8	6,0	-1,1	-2,80	2,5	4,3
4-Р	1017,0	405,0	1/12,8-60,0	12,8	-"-	11,0	1,3	-	-	-	0,40
			П/63,0-159,0	63,0	-"-	12,5	2,5	-	-	1,0	2,5
			Ш/166-261,0	166,0	-"-	20,0	7,0	-	-	1,6	3,9
			1У/348-366,0	348,0	-"-	25,5	2,5	-1,04	-2,80	1,7	4,7
5-Р	1017,0	322,5	1/21,0-49,0	-	-"-	25,8	17,0	-1,4	-3,21	1,7	8,3
			П/74,0-142,0	-	-"-						
			Ш/210-281,0	210,0	-"-						
6-Р	1016,0	323,0	1/35,0-50,0	-	-"-						
			П/60,0-154,0	-	-"-	26,0	12,0	+0,1	-1,40	1,6	7,2
			Ш/175,0-250,0	175,0	-"-						
7-Р	1020,0	32,0	1/нет	-	-"-						
			П/66,0-131,0	-	-"-	20,0	5,0	-5,8	-6,70	2,0	3,8
			Ш/200-215,0	200,0	-"-						
8-Р	1012,0	302,60	1/17,5-60,0	-	-"-						
			П/68,0-130,0	-	-"-	24,5	12,2	-0,6	-2,40	1,9	7,8
			Ш/145,0-285,0	145,0	-"-						

формирования термальных вод и их распределение на территории СССР. Тр. 1 Всесоюзн. совещ. по геотермич. исслед. в СССР, т. 11, Изд. АН СССР, М., 1961.

53. Милановский Е. Е. История формирования Севанской впадины в свете представлений о неотектонике Малого Кавказа. Тр. IУ геоморфологич. конф. по изучению Кавказа и Закавказья. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1957.

54. Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Севанской впадины. БМОИП, отд. геол., № 5, 1960.

55. Милановский Е. Е. Пять очерков по геоморфологии Армении: "Севанская впадина", "Севанский (Шахдагский) хребет", "Восточно-Севанский хребет", "Памбакская долина", "Варденисское нагорье". Геология Армянской ССР, т. 1, "Геоморфология", Изд. АН Арм. ССР, 1962.

56. Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Армянской ССР и прилегающих районов Закавказья. Геология Армянской ССР, т. 1, Геоморфология, Изд. АН Арм. ССР, 1962.

57. Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Кавказа. "Недра", 484 с., М., 1968.

58. Невраев Г. А., Иванов В. В. О порядке наименования (обозначения) лечебных минеральных вод. Информационно-методические материалы по вопросам гидрогеологии и бальнеотехники лечебных вод и грязей, вып. 4 (ЦНИИ курортологии и физиотерапии), 3-14 с., М., 1961.

59. Овчинников А. М. Геологические структуры районов минеральных вод. ОНГИ, Тр. 1 Всесоюзн. гидрогеол. съезда, сб. 5, 105 с., 1934.

60. Овчинников А. М. Минеральные воды. Госгеолиздат, 242 с., М.-Л., 1947.

61. Овчинников А. М. Условия формирования месторождений углекислых вод. В сб. "Вопросы формирования и распространения минеральных вод СССР", 12-36 с., М., 1960.

62. Овчинников А. М. Минеральные воды. Госгеолтехиздат, 376 с., М., 1963.

63. Огильви А. Н. Термометрия как метод гидрогеологических исследований. Госгеолразведиздат, 31 с., Л.-М., 1932.

64. Огильви А. Н. Вопросы теории геотемпературных полей в приложении к геотермическим методам разведки подземных вод. В сб. "Проблемы геотермии", т. 1, 53-85 с., 1959.

65. Орфаниди К. А. О некоторых закономерностях прост-

р. естественного размещения месторождений углекислых вод Северного Кавказа. Изв. АН СССР, № 9, М., 1965.

66. Пантелеев И. Я. Очерк истории изучения и развития Кавказских минеральных вод. Госгеолтехиздат, М., 1951.

67. Пантелеев И. Я., Масуренков Ю. П. Современная деятельность вулкана Эльбрус. ДАН СССР, т. 142, № 6, 1962.

68. Пантелеев И. Я. Ессентукские соляно-щелочные воды в системе Кавказских минеральных вод. Изд. АН СССР, 1963.

69. Пантелеев И. Я. Современные представления о геологии и гидрогеологии района КМВ. В кн. "Кавказские минеральные воды", 17-33 с., М., 1972.

70. Пантелеев И. Я. Некоторые аспекты генезиса углекислого газа в минеральных водах (на примере района Кавказских минеральных вод). В сб. "Закономерности формирования и распространения минеральных вод СССР", "Наука", 13-21 с., М., 1975.

71. Паффенгольц К. Н. Геологический очерк Кавказа. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1959.

72. Паффенгольц К. Н. Бассейн оз. Гокча (Севан). Геологический очерк. Тр. ВГРО НКТП СССР, вып. 219, ОНТИ, 1934.

73. Перчук Л. Л., Маракушев А. А. Проблема состава и происхождения ювенильных флюидов. "Дегазация Земли и геотектоника", "Наука", 28-30 с., М., 1976.

74. Плотников Н. И. О перспективах использования минеральных вод для внекурортного лечения. В сб. "Закономерности формирования и распространения минеральных вод СССР", "Наука", 164-168 с., М., 1975.

75. Садов А. В., Химичев Л. Г. Опыт использования материалов космической съемки для гидрогеологических исследований в горных районах. Изв. высш. учебн. заведений. "Геология и разведка", т. XI, 109-116 с., 1976.

76. Сидоренко А. В., Розен О. М., Теняков В. А., Гиммельфарб Г. В. Метаморфизм осадочных толщ и "углекислое дыхание" земной коры. "Сов. геология", № 5, 3-11 с., 1973.

77. Сидоренко А. В., Теняков В. А., Сидоренко Св. А. Осадочно-метаморфические процессы и "газовое дыхание" земной коры. "Дегазация Земли и геотектоника", "Наука", 12-16 с., М., 1976.

Характеристика углекислых вод Личского месторождения

№ п/п	Местонахож- дение водо- пункта	С о д е р ж а н и е					МГ/л			Формула Курлова
		Na	K	Mg	Ca	Cl	SO ₄	HCO ₃	H ₂ SiO ₃	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Скв. 1-Р	$\frac{741,52}{54,06}$	-	$\frac{184,83}{25,45}$	$\frac{244,48}{20,45}$	$\frac{919,36}{43,46}$	$\frac{6,0}{0,2}$	$\frac{2049,6}{56,34}$	143,0	$M_{4,3} \frac{HCO^3_{56} Cl_{43}}{Na_{54} Mg_{25} Ca_{20}}$
2	Скв. 2-Р	$\frac{1000,5}{48,92}$	$\frac{95,20}{2,73}$	$\frac{283,32}{26,20}$	$\frac{394,78}{22,15}$	$\frac{1357,82}{43,06}$	$\frac{12,0}{0,27}$	$\frac{2049,6}{56,67}$	130,0	$M_{6,4} \frac{HCO^3_{57} Cl_{43}}{Na_{49} Mg_{26} Ca_{22}}$
3	Скв. 3-Р	$\frac{754,86}{56,81}$	$\frac{82,60}{3,60}$	$\frac{141,47}{20,15}$	$\frac{225,06}{19,44}$	$\frac{919,36}{44,67}$	12,0	$\frac{1927,6}{54,70}$	104,0	$M_{4,2} \frac{HCO^3_{55} Cl_{45}}{Na_{57} Mg_{20} Ca_{19}}$
4	Скв. 8-Р	$\frac{1511,79}{56,55}$	$\frac{140,93}{3,09}$	$\frac{291,84}{20,66}$	$\frac{450,90}{19,36}$	$\frac{2276,8}{55,24}$	$\frac{40,0}{0,71}$	$\frac{3123,2}{44,05}$	130,0	$M_{8,0} \frac{Cl_{55} HCO^3_{44}}{Na_{57} Mg_{21} Ca_{19}}$
5	Скв. 4-Р	$\frac{424,58}{35,63}$	$\frac{37,40}{2,66}$	$\frac{273,60}{38,57}$	$\frac{260,52}{23,14}$	$\frac{551,61}{29,33}$	$\frac{5,0}{0,21}$	$\frac{1391,2}{68,66}$	156,0	$M_{4,1} \frac{HCO^3_{60} Cl_{29}}{Mg_{39} Na_{36} Ca_{23}}$
6	Скв. 7-Р	$\frac{424,81}{35,63}$	$\frac{54,06}{2,66}$	$\frac{243,20}{33,57}$	$\frac{240,48}{23,14}$	$\frac{539,60}{29,33}$	$\frac{50,0}{2,01}$	$\frac{2171,60}{68,66}$	114,4	$M_{3,8} \frac{HCO^3_{60} Cl_{29}}{Mg_{39} Na_{36} Ca_{23}}$
7	Скв. 5-Р	$\frac{1695,56}{51,39}$	$\frac{156,40}{3,33}$	$\frac{229,58}{23,73}$	$\frac{470,58}{19,55}$	$\frac{2461,06}{47,79}$	$\frac{110,28}{1,80}$	$\frac{2952,4}{52,31}$	124,8	$M_{7,2} \frac{HCO^3_{52} Cl_{47}}{Na_{51} Mg_{24} Ca_{20}}$
8	Скв. 6-Р	$\frac{1199,45}{61,43}$	$\frac{127,50}{3,21}$	$\frac{297,92}{16,16}$	$\frac{430,86}{20,20}$	$\frac{1697,28}{57,78}$	$\frac{37,0}{0,76}$	$\frac{3220,8}{40,07}$	143,0	$M_{8,2} \frac{Cl_{58} HCO^3_{40}}{Na_{51} Ca_{20} Mg_{16}}$
9	Скв. 1-С	$\frac{428,03}{63,91}$	$\frac{51,0}{4,46}$	$\frac{63,81}{18,03}$	$\frac{79,36}{13,60}$	$\frac{469,45}{45,45}$	$\frac{4,0}{0,27}$	$\frac{963,3}{54,26}$	114,4	$M_{2,3} \frac{HCO^3_{54} Cl_{45}}{Na_{64} Mg_{18} Ca_{14}}$
10.	Скв. 2-С	$\frac{29,29}{35,04}$	-	$\frac{10,84}{25,36}$	$\frac{27,78}{39,6}$	$\frac{16,82}{13,39}$	$\frac{2,0}{1,14}$	$\frac{183,0}{85,47}$	143,0	$M_{0,4} \frac{HCO^3_{85} Cl_{13}}{Ca_{40} Na_{35} Mg_{25}}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11	Скв. 4 - С	$\frac{93,15}{39,34}$	$\frac{19,72}{4,78}$	$\frac{44,55}{35,74}$	$\frac{39,68}{19,36}$	$\frac{123,12}{33,89}$	$\frac{8,0}{1,66}$	$\frac{402,6}{63,95}$	72,8	$M_{0,8} \frac{HCO^3_{64} Cl_{34}}{Na_{39} Mg_{35} Ca_{19}}$
12	Скв. 3 - С	$\frac{489,44}{44,74}$	$\frac{44,20}{2,38}$	$\frac{183,01}{31,64}$	$\frac{202,37}{21,24}$	$\frac{629,6}{37,32}$	$\frac{10,0}{0,44}$	$\frac{1805,6}{62,24}$	135,2	$M_{3,5} \frac{HCO^3_{62} Cl_{37}}{Na_{45} Mg_{32} Ca_{21}}$
13	Скв. 1/61	31,05	-	18,61	36,32	11,36	-	268,4	124,8	$M_{0,4} \frac{HCO^3_{93}}{Ca_{38} Mg_{32} Na_{29}}$
14	Скв. 13/70	$\frac{75,21}{28,00}$	$\frac{51,2}{1,11}$	$\frac{43,77}{30,82}$	$\frac{92,18}{39,39}$	$\frac{14,14}{3,43}$	$\frac{4,0}{0,68}$	$\frac{683,2}{95,89}$	114,4	$M_{1,0} \frac{HCO^3_{96}}{Ca_{39} Mg_{31} Na_{28}}$
15	Источник Безымянный	$\frac{371,97}{50,09}$	$\frac{34,00}{2,69}$	$\frac{96,62}{24,61}$	$\frac{140,28}{21,66}$	$\frac{284,04}{24,98}$	$\frac{338,25}{21,79}$	$\frac{1049,20}{53,23}$	104,0	$M_{2,4} \frac{HCO^3_{53} Cl_{25} SO^4_{22}}{Na_{50} Mg_{25} Ca_{22}}$
16	Источник Мелой-ахшор	$\frac{21,94}{33,69}$	-	$\frac{9,06}{26,24}$	$\frac{21,32}{37,64}$	$\frac{11,11}{12,08}$	$\frac{4,00}{2,83}$	$\frac{146,40}{85,11}$	124,8	$M_{0,3} \frac{HCO^3_{85} Cl_{12}}{Ca_{38} Na_{34} Mg_{26}}$

Аналитики: А. М. Шалджян, А. Г. Киракосян, А. А. Саркисян.

78. Смирнов А. А. О природе CO_2 углекислых подземных вод. Сов. геология. Сб. 44, 1955.

79. Стойнов Т. Ф., Султанходжаев А. Н. Основные типы месторождений минеральных вод Тянь-Шаня. В сб. "Закономерности формирования и распространения минеральных вод СССР", "Наука", 108-117 с., М., 1975.

80. Султанходжаев А. Н., Стойнов Т. Ф. Месторождения минеральных вод Ферганы, 293 с., Ташкент, 1974.

81. Толстихин Н. И. Минеральные источники Восточной Сибири и Дальневосточного края. "Недра Советской Азии", 1932.

82. Толстихин Н. И. Провинции минеральных вод СССР. "Проблемы советской геологии", № 3, 1938.

83. Толстихин Н. И. Принципы структурно-гидрогеологического районирования территории Сибири. Материалы комиссии по изучению подземных вод Сибири и Дальнего Востока, вып. 2, Иркутск, 1962.

84. Толстихин Н. И. Гидрогеологическая структура Земли - основа размещения минеральных вод. В сб. "Закономерности формирования и распространения минеральных вод СССР", "Наука", 5-11 с., М., 1975.

85. Толстихин О. Н. Углекислые минеральные воды Камчатки. "Сов. геология", № 10, 1962.

86. Ходжоян М. П. Гидрогеологическая характеристика структуры Памбакского горноскладчатого сооружения и условия его формирования. Сб. научн. трудов Ин-та курортологии и физиотерапии Минздрава Арм. ССР, вып. 9, 1965.

87. Ходжоян М. П. Структурно-гидродинамический анализ основных генетических групп месторождений подземных минеральных вод Армянской ССР. В сб. "Закономерности формирования и распространения минеральных вод СССР", "Наука", 148-158 с., М., 1975.

88. Церпвадзе Н. В., Юзбашев Д. Л., Стурца И. Н., Девидзе Н. А. О формировании месторождения минеральной воды "Дзау-Суар". В сб. "Закономерности формирования и распространения минеральных вод СССР", "Наука", 77-80 с., М., 1975.

89. Ядоян Р. Б. и др. Бор. Минерально-сырьевая база СССР, т. XIУ, Армянская ССР. Горнохимическое сырье. ВГФ СССР, 1967.

90. Ядоян Р. Б. и др. Геохимия современных гидротерм

Армянского вулканического нагорья. Тезисы докл. симпозиума "Современные минералообразующие растворы", Петропавловск-Камчатский, 1970.

91. Ядоян Р. Б. и др. Гидротермальные ресурсы и пути их практического использования. Изучение и использование глубинного тепла Земли. "Наука", М., 1973.

92. Ядоян Р. Б. и др. Применение метода линейного гидравлического зондирования для расшифровки структуры месторождений минеральных вод. Тезисы докл. конф. "Современные проблемы и методы исследований в гидрогеологии и инженерной геологии", ВСЕГИНГЕО, М., 1974.

93. Ядоян Р. Б. и др. Некоторые результаты применения метода линейного гидравлического зондирования для расшифровки структуры месторождений минеральных вод в наложенных депрессиях на примере Кироваканского месторождения. В сб. "Закономерности формирования и распространения минеральных вод СССР", "Наука", с. 100-104, М., 1975.

94. Ядоян Р. Б. Некоторые гидродинамические особенности месторождений минеральных вод межгорных тектонических депрессий (на примере Личкского и Севанского месторождений Армянской ССР). В сб. "Закономерности формирования и распространения минеральных вод СССР". "Наука", с. 143-148, М., 1975.

95. Ядоян Р. Б. Тектонические депрессии как специфические гидрогеологические структуры. Изв. АН Арм. ССР, "Науки о Земле", № 2, Ереван, 1977.

96. Ядоян Р. Б. Тилизация месторождений минеральных вод в тектонических депрессиях. Труды ЦНИИК и Ф., М., вып. 38, 1978.

97. Ядоян Р. Б. Некоторые вопросы современного состояния учения о месторождениях минеральных вод. Известия АН Арм. ССР, "Науки о Земле", № 6, с. 52-57, 1978.

98. Якуцени В. П. Динамика современной дегазации Земли по данным гелиево-изотопного критерия. "Дегазация Земли и геотектоника", "Наука", с. 24-28, М., 1976.

99. Яроцкий Л. А. Методические указания по изучению минеральных вод при бурении и опробовании поисково-разведочных скважин на нефть и газ. ВСЕГИНГЕО, 90 с., М., 1966.

100. Яроцкий Л. А. К вопросу о классификации природных лечебных вод. Сборник по гидрогеологии и инженерной геологии, "Недра", вып. 22, с. 89-97, М., 1969.

101. Яроцкий Л. А. (гл. ред.). Карта минеральных вод СССР, ГУГК, М 1:2500000, М., 1975.

Газонасыщенность Личкских минеральных вод

№ скважины	Дата	Температура воды, °С	Газонасыщенность CO ₂		
			раствор. CO ₂ , г/л	спонтан. CO ₂ , г/л п/л	общая, г/л
1-Р	11.05.68	17,8	2,55	4,73/3,27	7,28
	10.10.70	15,8	1,90	3,78/2,59	5,68
	10.02.71	15,8	1,92	4,04/2,77	5,96
	10.06.71	15,8	1,86	3,94/2,70	5,80
	10.09.71	15,9	1,84	3,82/2,62	5,66
2-Р	7.07.68	20,8	2,18	5,03/3,51	7,21
	10.10.70	19,0	1,98	5,11/3,55	7,09
	10.02.71	19,2	2,0	5,10/3,60	7,18
	10.06.71	19,0	1,95	5,18/3,60	7,13
	10.09.71	19,1	1,96	5,00/3,48	6,96
5-Р	28.2.70	25,8	1,71	8,34/6,00	10,05
	10.06.70	25,4	1,67	7,98/5,70	9,60
	10.10.70	24,6	1,62	8,17/5,83	9,79
	10.02.71	24,8	1,59	8,24/5,82	9,73
	10.06.71	24,8	1,58	8,21/5,87	9,79
	10.09.71	25,0	1,56	8,03/5,75	9,59
6-Р	6.06.70	25,5	1,57	7,32/5,26	8,89
	10.11.70	25,3	1,55	7,39/5,30	8,94
	10.02.71	25,1	1,50	7,64/5,47	9,14
	10.06.71	25,1	1,50	7,47/5,35	8,97
	10.09.71	25,1	1,50	7,59/5,44	9,13
7-Р	28.05.70	19,5	1,98	2,96/2,06	4,94
8-Р	30.06.70	19,5	1,92	2,97/2,07	4,89
	30.07.70	19,5	1,95	2,97/2,07	4,92
	30.08.70	19,5	1,90	2,81/1,96	4,71
	11.08.70	24,4	1,95	7,32/5,22	9,27
	10.10.70	24,6	1,88	7,66/5,47	9,54
	10.02.71	24,7	1,85	8,04/5,75	9,89
	10.06.71	24,6	1,84	7,87/5,62	9,71
	10.09.71	24,5	1,95	7,58/5,41	9,53

Приложение 10

Таблица показателей смешения подземных
минеральных вод Личского месторождения

Скважина 1-Р			Скв. 2-Р			Скв. 3-Р		
HCO ₃	Cl	Сумма	HCO ₃	Cl	сумма	HCO ₃	Cl	сумма
38,40	29,83	68,60	50,4	52,86	104,3	32,0	27,83	60,08
40,0	30,83	71,08	46,8	45,05	92,72	33,6	27,03	60,88
34,00	26,03	60,36	47,6	44,05	92,06			
32,00	23,93	56,00	50,4	35,89	86,91			
33,6	24,93	58,61	50,4	38,29	88,93			
32,4	23,93	56,49	50,40	40,32	90,97			
33,2	24,27	57,71						
Скв. 4-Р			Скв. 5-Р			Скв. 6-Р		
45,2	18,82	64,27	49,2	70,08	120,42	52,8	46,26	100,2
			48,4	69,40	120,09	52,0	45,86	98,69
			48,8	69,0	119,92	52,8	47,84	101,41
			49,2	68,87	120,19	53,20	49,19	103,22
			48,8	69,67	120,52			
Скв. 8-Р								
48	62,87	114,43						
52	63,02	115,96						
51,6	61,80	114,34						
51,2	60,62	112,86						

Уровни углекислых вод Центрального участка Личского месторождения с 1968 по 1972 гг. и дебиты самоизлива

Отметка устья в условных метрах скважины									
№ пп	Дата	1P/1015	2P/1016	3P/1010	4P/1017	52/1017	6P/1016	7P/1020	8P/1012
3.05.68		$\frac{-5,4}{1009,6} = 11,4$							
1.07.68		$\frac{-4,3}{1010,7} 9,0$	$\frac{-6,7}{1009,3} 13,8$						
3.03.69		$\frac{-4,07}{1010,03} 6,8$	$\frac{-6,20}{1009,80} 9,8$	$\frac{-2,40}{1017,60} 6,0$					
4.11.69		$\frac{-4,08}{1010,92} 6,8$	$\frac{-6,20}{1009,80} 9,6$	$\frac{-2,65}{1017,35} 5,65$	$\frac{-1,80}{1015,20} 2,4$				
18.02.70		$\frac{-4,10}{1010,9} 6,8$	$\frac{-6,20}{1009,80} 9,5$	$\frac{-2,70}{1017,30} 5,6$	$\frac{-2,0}{1015,0} 2,3$	$\frac{-6,24}{1010,76} 16,9$			
28.05.70		$\frac{-4,20}{1010,9} 6,4$	$\frac{-6,50}{1009,5} 9,3$	$\frac{-2,75}{1017,25} 5,5$	$\frac{-2,45}{1014,55} 1,8$	$\frac{-2,50}{1014,50} 10,2$	$\frac{-4,04}{1011,96} 11,9$		
2.08.70		$\frac{-4,20}{1010,80} 6,3$	$\frac{-6,50}{1009,50} 9,3$	$\frac{-2,80}{1017,20} 5,4$	$\frac{-2,80}{1014,20} 1,8$	$\frac{-4,60}{1012,40} 9,8$	$\frac{-1,80}{1014,20} 6,0$	$\frac{-6,70}{1013,30} 5,0$	$\frac{-6,10}{1005,90} 11,6$
1.10.70		$\frac{-4,21}{1010,79} 5,9$	$\frac{-5,68}{1010,32} 10$			$\frac{-3,19}{1013,81} 5,9$	$\frac{-1,40}{1014,60} 4,6$		$\frac{-2,41}{1009,50} 3,8$
1.01.71		$\frac{-4,23}{1010,77} 6,0$	$\frac{-5,69}{1010,51} 10,1$			$\frac{-3,20}{1013,80} 6,0$	$\frac{-1,40}{1014,60} 4,5$		$\frac{-2,40}{1009,60} 4,8$
1.04.71		$\frac{-4,21}{1010,79} 5,9$	$\frac{-5,70}{1010,30} 10,1$			$\frac{-3,20}{1113,80} 5,8$	$\frac{-1,41}{1014,59} 4,4$		$\frac{-2,42}{1009,58} 4,8$
1.07.71		$\frac{-4,23}{1010,77} 6,0$	$\frac{-5,69}{1010,31} 10,2$			$\frac{-3,19}{1013,81} 6,0$	$\frac{-1,40}{1014,60} 4,6$		$\frac{-2,40}{1009,60} 4,9$
30.09.71		$\frac{-4,23}{1010,77} 6,0$	$\frac{-5,70}{1010,30} 10,2$			$\frac{-3,21}{1013,79} 6,1$	$\frac{-1,40}{1014,60} 4,5$		$\frac{-2,40}{1009,60} 4,9$

Краткая характеристика геологического разреза Севанского месторождения углекислых вод

№ скв.	Условная отметка устья скважины, м	Глубина скважин, м	Краткая характеристика основных комплексов				Водоносные интервалы, м
			Глубина вскрытия, м		Краткое описание пород (сверху вниз)		
			от	до			
1	2	3	4	5	6	7	
1-П	1035,0	258,0	0,0 10,0 245,0	10,0 245,0 253,0	Аллювиально-делювиальные отложения Андезито-базальты, местами ошлакованные, трещиноватые Озерные отложения	10,0-50,0 50,0-100,0 110,0-170,0	
2-П	1039,2	350,2	0,0 7,9 23,0 99,2 147,6	7,9 23,0 99,2 147,6 350,2	Аллювиально-делювиальные отложения Андезито-базальты, местами ошлакованные, трещиноватые Уплотненные песчанистые глины с включениями галек, гравия, валунов Андезито-базальты, местами ошлакованные, трещиноватые Озерные отложения	7,9-23,0 99,2-125,0 130,0-147,6	
3-П	1038,8	303,5	0,0 3,10 27,6 90,7 115,5 147,0	3,10 27,6 90,7 115,5 127,5 303,5	Аллювиально-делювиальные отложения Андезито-базальты, местами ошлакованные, трещиноватые Уплотненные песчанистые глины с включением галек, гравия, валунов Андезито-базальты слаботрещиноватые, местами ошлакованные Глина песчанистая Озерные отложения	3,1-27,6 90,7-115,5 127,5-147,0	
4-П	1046,0	170,2	0,0 5,0 65,2 97,0 108,0 133,0 140,8	5,0 55,2 97,0 108,0 133,0 140,8 170,2	Аллювиально-делювиальные отложения Андезито-базальты трещиноватые Глина песчанистая Андезито-базальты трещиноватые, местами ошлакованные Глина песчанистая Андезито-базальты Озерные отложения	15,0-60,0 81,0-106,5 154,0-185,0	
5-П	1032,5	267,0	0,0 32,5 185,0	32,5 185,0 267,0	Аллювиально-делювиальные отложения Андезито-базальты, местами ошлакованные, трещиноватые Глина песчанистая	15,0-60,0 81,0-106,5 154,0-185,0	
6-П	1045,7	205,5	0,0 7,0 45,5 100,0 127,0 165,0	7,0 45,5 100,0 127,0 165,0 205,5	Обломки андезито-базальтов Андезито-базальты плотные, слаботрещиноватые, местами ошлакованные Уплотненные глинистые пески Андезито-базальты слаботрещиноватые, местами ошлакованные Слабосцементированные глинистые пески Озерные отложения		
7-П	1027,0	250,0	0,0 6,0 54,0	6,0 54,0 250,0	Аллювиально-делювиальные отложения Андезито-базальты до глубины 24,5 м плотные, ниже - ошлакованные Озерные отложения	24,5-54,0	
8-П	1029,8	22,0	0,0 32,0 96,0 121,0 161,0 180,8	32,0 96,0 121,0 161,0 180,8 220,0	Аллювиально-делювиальные отложения Андезито-базальты, местами ошлакованные, трещиноватые Глина песчанистая Андезито-базальты ошлакованные, сильно трещиноватые Уплотненные песчанистые глины Озерные отложения	15,0-50,0 121,0-161,0	

1	2	3	4	5	6	7
9-П	1039,8	235,0	0,0 165,0 171,0 182,0	165,0 171,0 182,0 235,0	Андезито-базальты, местами ошлакованные, трещиноватые Уплотненные песчанистые глины Андезито-базальты плотные, слаботрещиноватые Озерные отложения	25,0-40,0 95,0-146,0
1-Р	1033,0	330,0	0,0 10,0 112,0 127,0 180,0	10,0 112,0 127,0 180,0 330,0	Аллювиально-делювиальные отложения Андезито-базальты, местами ошлакованные, трещиноватые Глина песчанистая Андезито-базальты, местами ошлакованные, трещиноватые Озерные отложения	19,3-48,0 77,5-150,0
2-Р	1033,6	355,0	0,0 5,0 156,0	5,0 156,0 355,0	Аллювиально-делювиальные отложения Андезито-базальты, местами ошлакованные, трещиноватые Озерные отложения	35,0-60,0 105,0-140,0
3-Р	1033,0	354,0	0,0 21,6 190,0 205,0 236,0	21,6 190,0 205,0 236,0 354,0	Аллювиально-делювиальные отложения Андезито-базальты, местами ошлакованные, трещиноватые Глина песчанистая, уплотненная Валуно-галечные отложения Озерные отложения	21,6-45,0 78,0-105,0 165,0-236,0
4-Р	1039,0	345,0	0,0 60,0 89,0 116,8 145,0	60,0 89,0 116,0 145,0 345,0	Аллювиально-делювиальные отложения Андезито-базальты слаботрещиноватые, местами ошлакованные Уплотненные песчанистые глины Андезито-базальты, местами ошлакованные, трещиноватые Озерные отложения	20,0-60,0 115,0-145,0
5-Р	1032,0	350,0	0,0 2,8 191,0 222,0	2,8 191,0 222,0 350,0	Аллювиально-делювиальные отложения Андезито-базальты, местами ошлакованные, трещиноватые Глина песчанистая Озерные отложения	20,0-55,0 130,0-159,0 170,0-191,0
6-Р	1040,5	345,0	0,0 20,0 102,4 146,0 156,6	20,0 102,4 146,0 156,6 345,0	Аллювиально-делювиальные отложения Андезито-базальты крепкие, местами ошлакованные Глина песчанистая Андезито-базальты слаботрещиноватые, плотные Озерные отложения	
7-Р	1036,5	340,0	0,0 7,0 123,5 132,5 152,0	7,0 123,5 132,5 152,0 340,0	Аллювиально-делювиальные отложения Андезито-базальты, местами ошлакованные, трещиноватые Глина песчанистая Андезито-базальты, местами ошлакованные, трещиноватые Озерные отложения	36,0-83,0

Основные данные по скважинам Севанского месторождения углекислых вод

№ скв.	Условная отметка устья, м	Глубина скважин, м	Интервал опробования, м	Глубина появления воды, м	Водовмещающие породы	Температура воды устья скважины	Дебит воды, л/сек	Уровни в м		CO ₂ раств., г/л	Минерализация, г/л
								Н стат	Н лин		
1-П	1035,0	258,0	10,0-50,0	15,0	Андезит-базальты трещиноватые, местами ошлакованные	13,0	0,8	-	-	-	0,8
			50,0-100,0	80,0	"	18,7	1,0	-	-	-	2,4
			110,0-170,0	120,0	"	18,0	3,4	+4,0	+0,5	2,12	3,5
2-П	1039,2	350,2	7,9-23,0	18,2	"	10,5	0,15	-	-	-	0,3
			99,2-125,0	102,0	"	14,0	3,0	-	-	-	-
			130,0-147,6	133,5	"	16,0	1,5-1,8	+0,1	-0,2	2,40	3,5
3-П	1038,8	303,5	90,7-115,5	97,1	Андезит-базальты	10,0	0,2	-	-	-	1,4
			127,5-147,0	130,0	"	15,5	1,33	+0,40	-0,22	-	3,6
5-П	1032,5	267,0	15,0-60,0	15,0	Аллювиально-делювиальные отложения трещиноватые	13,0	6,0	-	-	-	0,6
			81,0-106,5	81,0	Андезит-базальты	15,7	9,0-10	-	-	-	2,3
			154,0-185,0	180,0	Обломки ошлакованных базальтов			-	-	-	
7-П	1027,0	250,0	24,5-54,0	24,5	Андезит-базальты	18,0	10,0	+6,52	+1,0	2,15	3,8
						12,0	0,01	-	-	-	-
8-П	1029,8	220,0	15,0-50,0	15,0	Андезит-базальты	13,0	2,2	-	-	-	1,3
			121,0-161,0	120,0	Ошлакованные андезит-базальты	15,5	15,0	-	-	-	
9-П	1039,8	235,0	25,0-40,0	25,0	Андезит-базальты	11,5	-	-0,90	-4,20	-	1,9
			95,0-146,0	100,0	Андезит-базальты	15,0	-	-	-	-	
1-Р	1033,0	330,0	19,3-48,0	20,0	Ошлакованные андезит-базальты	12,0	5,0	-	-	-	0,8
			77,5-150,0	80,0	Андезит-базальты	16,7	11,0	+6,08	+0,85	1,35	
2-Р	1033,6	335,0	35,0-60,0	38,0	Андезит-базальты	11,0	4,0	-	-	-	0,5
			105,0-140,0	105,0	Андезит-базальты	16,5	4,0	+5,40	+0,65	1,37	
3-Р	1033,0	354,0	21,6-45,0	35,0	Андезит-базальты	11,2	1,8	-	-	-	0,8
			78,0-105,0	78,0	Андезит-базальты	17,0	3,0	-	-	-	
			165,0-236,0	181,0	Андезит-базальты ошлакованные, аллювиальные отложения	19,8	3,5	+6,0	+0,95	1,5	
4-Р	1039,2	345,0	20,0-60,0	21,0	Аллювиально-делювиальные отложения	11,8	-	-	-	-	0,5
			115,0-145,0	118	Андезит-базальты	14,5	-	-0,40	-2,2	1,3	
5-Р	1032,2	350,0	20,0-55,0	20,8	Андезит-базальты	11,5	2,5	-	-	-	0,5
			130,0-169,0	130,0	Андезит-базальты	14,5	0,9	-	-	-	
			170,0-191,0	170,0	Андезит-базальты	17,5	14,5	+6,5	+2,50	1,85	
6-Р	1040,5	345,0	20,0-61,4	21,7	Обломки ошлакованных базальтов	12,0	-	-	-	-	0,4
7-Р	1036,5	340,0	36,0-83,0	35,5	Андезит-базальты	12,2	-	-	-	-	0,6

Уровни углекислых вод Севанского месторождения в 1971-72 гг. и дебиты самоизлива

Дата	Скважины (отметки в условных метрах)								
	1П/1035	3П/1038,8	5П/1032,5	9П/1039,8	1Р/1033	2Р/1033,6	3Р/1033	4Р/1039,2	53/1032,2
3. 1. 71		$\frac{-0,15}{1038,65}$ 0,8	$\frac{+1,34}{1033,84}$ 5,5	$\frac{-3,10}{1036,70}$					
1. 3. 71		$\frac{-0,15}{1038,65}$ 0,8	$\frac{+1,33}{1033,83}$ 5,5	$\frac{-3,23}{1036,57}$					
3. 5. 71		$\frac{-0,17}{1038,63}$ 0,8	$\frac{+1,32}{1033,82}$ 5,5	$\frac{-3,44}{1036,36}$	$\frac{+0,98}{1033,98}$ 6,5				
1. 7. 71		$\frac{-0,20}{1038,60}$ 0,7	$\frac{+1,30}{1033,80}$ 5,6	$\frac{-3,52}{1036,28}$	$\frac{+0,98}{1033,98}$ 6,5				
1. 9. 71		$\frac{-0,20}{1038,60}$ 0,7	$\frac{+1,06}{1033,56}$ 5,0	$\frac{-3,78}{1036,02}$	$\frac{+0,90}{1033,98}$ 6,4	$\frac{+0,70}{1034,3}$ 4,0	$\frac{+0,95}{1033,95}$ 3,4		
1. 12. 71	$\frac{+0,50}{1035,50}$ 1,0		$\frac{+1,16}{1033,66}$ 5,0	$\frac{-4,20}{1035,60}$	$\frac{+1,05}{1034,05}$ 8,3	$\frac{+0,94}{1034,54}$ 4,1	$\frac{+0,96}{1033,96}$ 2,7	$\frac{-2,30}{1036,90}$	$\frac{+1,66}{1033,86}$ 10
3. 1. 72	$\frac{+0,50}{1035,50}$ 1,0		$\frac{+1,10}{1033,60}$ 4,9	$\frac{-4,22}{1035,47}$	$\frac{+1,0}{1034,0}$ 8,4	$\frac{+0,90}{1034,5}$ 4,1	$\frac{+1,0}{1034,0}$ 2,8	$\frac{-2,36}{1036,84}$	$\frac{+1,60}{1033,80}$ 10,2
1. 3. 72	$\frac{+0,5}{1035,5}$ 1,0		$\frac{+1,12}{1033,62}$ 5,0	$\frac{-4,40}{1035,40}$	$\frac{+1,0}{1034,0}$ 8,4	$\frac{+0,90}{1034,0}$ 4,2	$\frac{+1,0}{1034,0}$ 2,8	$\frac{-2,38}{1036,82}$	$\frac{+1,60}{1033,80}$ 10,1
3. 5. 72	$\frac{+0,5}{1035,5}$ 1,0		$\frac{+1,1}{1033,6}$ 5,0	$\frac{-4,40}{1035,4}$	$\frac{+1,0}{1034,0}$ 8,5	$\frac{+0,9}{1034,5}$ 4,2	$\frac{+1,0}{1034,0}$ 2,8	$\frac{-2,4}{1036,8}$	$\frac{+1,6}{1033,8}$ 10,0
1. 7. 72	$\frac{+0,5}{1035,5}$ 1,0		$\frac{+1,10}{1033,6}$ 5,0	$\frac{-4,40}{1035,4}$	$\frac{+1,0}{1034,0}$ 8,5	$\frac{+0,90}{1034,5}$ 4,1	$\frac{+1,0}{1034,0}$ 2,8	$\frac{-2,4}{1036,8}$	$\frac{+1,6}{1033,8}$ 10,1
30. 8. 72	$\frac{+0,5}{1035,5}$ 1,0		$\frac{+1,10}{1033,6}$ 5,0	$\frac{-4,40}{1035,0}$	$\frac{+1,0}{1034,0}$ 8,5	$\frac{+0,9}{1034,5}$ 4,2	$\frac{-1,0}{1034,0}$ 2,8	$\frac{-2,4}{1036,8}$	$\frac{+1,6}{1033,8}$ 10,0

Характеристика углекислых вод Севанского месторождения

№ пп	Местонахождение водо-пункта №	Температура, °C	Дебит воды, л/сек	С о д е р ж а н и е					% мг/л		мг/л H ₂ SiO ₃	Формула Курлова
				Na	K	Mg	Ca	Cl	SO ₄	мг-экв HCO ₃		
1	Скв. 1-П	18,0	3,4	<u>366,39</u> 36,93	<u>31,96</u> 1,90	<u>237,12</u> 45,18	<u>138,38</u> 15,99	<u>646,10</u> 42,19	<u>55,0</u> 2,64	<u>1451,8</u> 55,17	104,0	M _{3,0} $\frac{HCO^3_{55} Cl_{42}}{Mg_{45} Na_{37} Ca_{16}}$
2	Скв. 2-П	16,0	1,6	<u>394,68</u> 35,57	<u>39,27</u> 2,07	<u>247,0</u> 42,10	<u>179,08</u> 18,51	<u>766,8</u> 44,78	<u>50,0</u> 2,15	<u>1561,6</u> 53,07	114,4	M _{3,4} $\frac{HCO^3_{53} Cl_{45}}{Mg_{42} Na_{36} Ca_{19}}$
3	Скв. 3-П	15,5	1,3	<u>414,0</u> 39,4	<u>26,86</u> 1,51	<u>243,26</u> 43,77	<u>140,28</u> 15,32	<u>743,6</u> 45,88	<u>16,0</u> 0,72	<u>1488,4</u> 53,4	114,4	M _{3,2} $\frac{HCO^3_{53} Cl_{46}}{Mg_{44} Na_{39} Ca_{15}}$
4	Скв. 5-П	19,0	10,0	<u>514,97</u> 41,13	<u>42,84</u> 2,0	<u>265,82</u> 40,08	<u>183,15</u> 16,79	<u>1008,2</u> 52,22	<u>20,0</u> 0,76	<u>1561,6</u> 47,02	104,0	M _{3,7} $\frac{Cl_{52} HCO^3_{47}}{Na_{41} Mg_{40} Ca_{17}}$
5	Скв. 8-П	15,5	15,0	<u>199,87</u> 40,27	<u>7,65</u> 0,88	<u>105,79</u> 40,31	<u>80,16</u> 18,54	<u>286,0</u> 37,35	<u>6,0</u> 0,55	<u>817,4</u> 62,1	104,0	M _{1,6} $\frac{HCO^3_{62} Cl_{37}}{Na_{40} Mg_{40} Ca_{18}}$
6	Скв. 5-Р	17,5	14,5	<u>344,77</u> 38,29	<u>12,07</u> 0,79	<u>197,6</u> 41,48	<u>152,82</u> 19,44	<u>631,9</u> 45,52	<u>16,0</u> 0,84	<u>1281,0</u> 53,64	104,0	M _{2,8} $\frac{HCO^3_{54} Cl_{46}}{Mg_{41} Na_{38} Ca_{19}}$
7	Скв. 1-Р	16,7	11,0	<u>310,27</u> 44,04	<u>13,6</u> 1,11	<u>145,92</u> 39,17	<u>96,19</u> 15,68	<u>486,2</u> 44,76	<u>6,0</u> 0,39	<u>1024,8</u> 54,85	109,22	M _{2,8} $\frac{HCO^3_{55} Cl_{45}}{Na_{44} Mg_{39} Ca_{16}}$
8	Скв. 2-Р	16,5	4,0	<u>291,75</u> 41,89	<u>25,16</u> 2,19	<u>139,55</u> 39,23	<u>95,64</u> 16,31	<u>475,7</u> 45,83	<u>12,0</u> 0,82	<u>951,6</u> 53,35	93,8	M _{2,1} $\frac{HCO^3_{53} Cl_{46}}{Na_{42} Mg_{39} Ca_{16}}$
9	Скв. 3-Р	19,6	3,5	<u>603,29</u> 44,88	<u>47,77</u> 2,09	<u>263,05</u> 36,99	<u>187,22</u> 15,98	<u>113,6</u> 54,81	<u>20,0</u> 0,7	<u>1586,0</u> 44,49	114,4	M _{4,0} $\frac{Cl_{65} HCO^3_{44}}{Na_{45} Mg_{37} Ca_{16}}$
10	Скв. 4-Р	14,5	-	<u>232,76</u> 37,69	<u>34,85</u> 3,32	<u>135,65</u> 41,6	<u>93,61</u> 17,39	<u>104,7</u> 42,50	<u>50,0</u> 3,87	<u>878,4</u> 53,63	52,0	M _{1,9} $\frac{HCO^3_{54} Cl_{43}}{Mg_{42} Na_{38} Ca_{17}}$

Газонасыщенность минеральных вод месторождения Севан

№ скв.	Дата	Т воды, °C	Газонасыщенность CO ₂		
			раствор. CO ₂ г/л	спонтан. CO ₂ г/л - л/л	общая, г/л
1-П	31.1.71	15,6	2,15		2,62
	30.12.71	15,8	2,18	0,44/0,3	2,56
	29.2.72	15,5	2,12	0,44/0,3	2,48
	30.4.72	18,0	2,04	0,44/0,3	2,48
	30.6.72	18,2	2,04	0,44/0,3	2,56
	31.8.76	18,2	2,12	0,44/0,3	
2-П	30.12.71	16,2	2,32	0,29/0,2	2,61
	29.2.72	15,6	2,34	0,29/0,2	2,64
	30.4.72	15,8	2,37	0,29/0,2	2,66
	31.8.72	15,8	2,40	0,29/0,2	2,69
5-П	10.12.71	20,0	2,20	1,00/0,7	3,20
	10.2.72	20,0	2,21	0,86/0,6	3,07
	10.4.72	20,0	2,17	0,86/0,6	3,03
	10.6.72	19,1	2,09	0,86/0,6	2,95
	10.8.72	19,2	2,15	0,86/0,6	3,01
1-Р	4.12.71	16,4	1,31	0,16/0,108	1,47
	10.2.72	16,4	1,32	0,16/0,107	1,48
	10.4.72	16,5	1,38	0,15/0,106	1,53
	10.6.72	16,3	1,39	0,15/0,106	1,54
	10.8.72	16,3	1,35	0,15/0,106	1,50
2-Р	15.12.71	16,5	1,30	0,175/0,12	1,475
	15.2.72	16,5	1,39	0,174/0,12	1,564
	10.4.72	16,8	1,37	0,174/0,12	1,544
	10.6.72	16,5	1,37	0,174/0,12	1,544
	10.8.72	16,5	1,37	0,174/0,12	1,544
3-Р	10.12.71	20,0	2,15	0,84/0,59	2,99
	10.2.72	20,0	2,18	0,92/0,64	3,10
	10.4.72	20,3	2,19	0,92/0,64	3,11
	10.6.72	20,6	2,07	0,86/0,60	2,93
	10.8.72	19,6	2,15	0,91/0,64	3,06
5-Р	10.12.71	17,5	1,73	0,48/0,33	2,21
	10.2.72	17,6	1,84	0,51/0,35	2,35
	10.4.72	17,5	1,86	0,48/0,34	2,35
	10.6.72	18,0	1,85	0,46/0,32	2,31
	10.8.72	17,5	1,85	0,48/0,33	2,33

Таблица

показателей смешения подземных минеральных вод
Севанского месторождения

Скважина 1-П			Скважина 2-П			Скважина 3-П		
НСО ₃	Сг	сумма	НСО ₃	Сг	сумма	НСО ₃	Сг	сумма
24	20,94	46,08	26,0	22,93	49,39	25,2	21,93	48,27
24	17,95	42,51	26,60	21,62	48,26	24,4	19,94	44,67
23,6	19,15	43,27	26,4	21,22	48,45	24,4	20,96	45,69
22,6	17,90	41,33	26,2	21,02	48,16			
23,6	18,02	42,24	26,2	21,22	48,18			
23,8	18,2	43,14	25,6	21,6	48,21			
24,2	18,14	43,38	26,2	21,22	48,46			
Скважина 5-П			Скважина 1-Р			Скважина 2-Р		
25,6	31,90	58,24	16,8	12,92	30,24	15,20	13,71	29,47
24,8	29,51	54,52	16,8	13,24	30,16	15,4	13,42	29,07
24,80	30,24	55,29	17,4	12,92	30,73	16,2	13,22	29,58
26,2	29,51	56,43	17,0	13,22	30,55	15,6	13,4	29,24
25,	30,24	56,07	17,2	13,71	31,16	16,2	13,85	30,38
25,6	28,43	54,44	16,8	13,71	30,63			
25,6	29,51	55,73	17,0	13,24	30,65			
Скважина 3-Р			Скважина 5-Р			Скважина 4-Р		
26,8	28,83	51,44	22,4	19,5	41,8	14,6	11,21	26,64
25,8	30,64	57,06	21,6	18,34	40,10	14,4	11,41	26,85
26,0	31,42	57,74	22,0	18,02	40,27	14,8	11,41	27,04
25,4	30,83	56,48	21,0	17,32	39,15			
26	32,03	58,44	22,0	18,34	40,69			
26	31,03	57,44						
Скважина 9-П								
16,4	11,21	28,19						
16,2	11,41	28,13						
16,2	11,61	28,22						
16,0	11,41	27,93						

Краткая характеристика
разведочных скважин Мефрутского участка
Кироваганского месторождения углекислых вод

№ схв.	Условн. отметка устья скв., м	Глубина скважин, м	Краткая характеристика основных компонентов			
			Глубина вскрытия, м		Краткое описание пород (сверху вниз)	
			от	до		
1	2	3	4	5	6	
1/72	312,8	302,0	0,0	1,5	Песчанистая глина с галькой	
			1,5	50,0	Валуно-галечные отложения с разнозернистым песком	
			50,0	141,5	Песчанистая глина с редкими включениями валунов и обломков	
			141,5	265,0	Андезито-базальты трещиноватые, с прослоями ошлакованных андезито-базальтов	
			265,0	281,3	Древние валуно-галечные отложения	
2/72	307,2	303,0	0,0	1,5	Песчанистая глина с галькой	
			1,5	41,25	Валуно-галечные отложения с разнозернистым песком	
			41,25	150,0	Песчанистая глина с редкими включениями валунов и обломков с прослоем разнозернистого песка мощностью 5,4 м	
			150,0	162,5	Древние валуно-галечные отложения	
			162,5	303,0	Порфиры трещиноватые, измененные, окварцованные	
3/72	302,8	302,0	0,0	1,5	Песчанистая глина с галькой	
			1,5	5,5	Современные подрусловые образования - галька, гравий	
			5,5	33,0	Валуно-галечные отложения с разнозернистым песком	
			33,0	80,0	Песчанистая глина с редкими включениями валунов и обломков	
			80,0	302,0	Порфиры трещиноватые, измененные, окварцованные	
4/72	316,9	303,0	0,0	1,5	Песчанистая глина с галькой	
			1,5	51,5	Валуно-галечные отложения с разнозернистым песком	
			51,5	137,5	Песчанистая глина с редкими включениями валунов и обломков с прослоем разнозернистого песка мощностью 6,5 м	
			137,5	303,0	Порфиры трещиноватые, измененные, окварцованные	
5/72	329,4	302,0	0,0	1,5	Песчанистая глина с галькой	

1	2	3	4	5	6
			1,5	42,5	Валуно-галечные отложения с разнозернистым песком
			42,5	72,5	Песчанистая глина с редкими включениями валунов и обломков
			72,5	205,0	Валуно-галечные отложения в песчано-глинистом заполнителе
			205,0	302,0	Порфириты трещиноватые, измененные, окварцованные
6/72	317,2	252,0	0,0	1,5	Песчанистая глина с галькой
			1,5	14,4	Валуно-галечные отложения с разнозернистым песком
			14,4	252,0	Андезито-базальты трещиноватые, с прослоями ошлакованных андезито-базальтов
7/72	303,6	302,0	0,0	1,5	Песчанистая глина с галькой
			1,5	40,0	Валуно-галечные отложения с разнозернистым песком
			40,0	135,0	Песчанистая глина с редкими включениями валунов и обломков
			135,0	258,8	Андезито-базальты трещиноватые, с прослоями ошлакованных андезито-базальтов
			258,8	275,0	Валуно-галечные отложения в песчано-глинистом заполнителе
			275,0	302,0	Порфириты трещиноватые, измененные, окварцованные
8/72	302,0	300,0	0,0	1,5	Песчанистая глина с галькой
			1,5	3,5	Валуно-галечные отложения с разнозернистым песком
			3,5	45,0	Песчанистая глина с редкими включениями валунов и обломков
			45,0	195,0	Андезито-базальты трещиноватые, с прослоями ошлакованных андезито-базальтов
			195,0	222,5	Глина песчанистая
			222,5	285,0	Валуно-галечные отложения изверженных пород
			285,0	300,0	Порфириты трещиноватые, измененные, окварцованные
10/72	308,3	300,0	0,0	1,5	Песчанистая глина с галькой
			1,5	5,5	Современные подрусловые образования: галька, гравий
			5,5	47,5	Валуно-галечные отложения изверженных пород с разнозернистым песком и включениями глины, с редкими включениями валунов

Основные гидрогеологические параметры по скважинам
Мегрутского участка Кироваканского месторождения
углекислых вод

№ сква- жин	Условная отметка устья скважи- ны, м	Глубина скважи- ны, м	Глубина вскры- тия основных водоносных интервалов	Водовмещающие породы	Пьезо- метриче- ский уровень, м	Темпера- тура во- ды на опробов. интерва- ле, °С	Дебит воды, г/л	СО ₂ раств. г/л	Минерализация воды, г/л
1/72	312,8	302,0	141,5-167,5	Андезиты-базальты трещиноватые,	+6,15	18,6	0,66	2,4	7,3
			190,0-285,0	местами ошлакованные	+6,20	20,1	0,7	2,45	9,0
2/72	307,2	303,0	85,6-91,0	Пески разнородные	+2,1	14,3	0,5	-	0,6
			161,0-190,0	Порфириды трещиноватые	+2,1	16,1	0,5	-	1,3
4/72	316,9	303,0	85,0-91,5	Пески разнородные	+0,6	16,8	0,02	-	0,8
			135,0-160,0	Порфириды трещиноватые	-	17,4	0,02	-	1,1
5/72	329,4	302,0	197,5-205,0	Пески разнородные	-5,0	19,2	-	-	0,7
6/72	317,2	252,0	14,4-53,0	Андезиты-базальты трещиноватые,	+2,6	13,4	0,6	0,6	0,7
			65,1-74,0	местами ошлакованные	+2,7	14,2	0,9	1,73	3,9
			146,0-160,0		+3,0	18,3	1,8	2,20	5,0
			160,0-215,0		+3,0	19,8	2,0	2,30	8,4
7/72	303,6	302,0	135,0-197,5	Андезиты-базальты трещиноватые,	+16,9	19,8	12,0	2,4	7,1
			205,0-258,8	местами ошлакованные	+17,1	21,4	12,0	2,7	9,0
8/72	312,0	300,0	64,5-75,0	" "	+4,8	13,9	1,6	0,8	1,9
			119,0-150,0		+5,4	17,2	2,0	2,0	7,5
			180,0-195,0		+5,4	20,8	2,2	2,1	8,6
11/72	305,0	300,0	153,0-175,0	Порфириды трещиноватые, раздробленные	+2,8	16,3	1,6	1,3	1,7
12/72	308,8	300,0	97,5-180,0	Андезиты-базальты трещиноватые	+9,6	16,4	1,9	2,1	7,6
			202,5-265,0	местами ошлакованные	+9,7	19,6	2,2	2,3	8,5
12/70	314,8	200,0	29,0-45,0	Андезиты-базальты трещиноватые,	+4,8	12,0	1,0	0,3	1,3
			67,5-100,0	местами ошлакованные	+5,6	13,2	4,0	1,5	2,2
			120,0-157,5		+5,6	14,3	5,0	1,7	3,0
			180,0-200,0			16,2	6,3	1,8	5,1
13/70	322,0	350,0	85,0-100,0	" "	-2,9	12,0	-	-	0,6
			125,0-162,5	" "	-2,8	17,5	-	0,8	2,5
			187,5-252,5	" "	-2,5	19,4	-	1,1	2,8
15/70	310,4	221,0	65,0-95,0	Обломки ошлакованные андезиты-	+5,4	14,8	0,8	0,6	1,3
			125,0-162,5	базальтов	+5,6	16,1	1,3	1,5	3,0
			187,5-252,5	" "	+5,65	16,8	2,9	1,6	3,9
16/70	327,2	300,0	32,5-100,0	Андезиты-базальты трещиноватые,	-1,0	13,2	-	-	0,7
			125,0-162,5	местами ошлакованные	-1,0	13,8	-	-	1,1
			187,5-250,0	" "		18,1	-	-	2,0
17/70	306,9	300,0	119,0-157,5	" "	-0,2	14,5	-	1,9	6,4
			172,5-230,0	" "	-0,2	16,2	-	2,1	7,6
18/71	317,5	213,0	105,0-160,0	" "	+2,9	15,4	2,0	2,3	4,9
			190,0-213,0	" "	+3,0	16,7	3,0	2,4	5,2
29/71	349,4	305,0	10,0-160,0	" "	-2,90	16,2	-	-	0,8
30/71	317,6	308,0	30,0-50,0	" "	+2,3	13,5	0,8	0,4	1,7
			67,5-95,0	" "	+2,4	16,1	1,2	2,2	5,0
			120,0-167,5	" "	+2,47	17,8	2,5	2,3	4,0
			182,5-245,0	" "	+2,50	20,2	6,0	2,8	8,1
32/71	338,2	264,0	12,5-130,0	" "	-6,5	13,2	-	-	0,7
33/71	310,3	200,0	110,0-160,0	" "	+10,7	15,9	1,8	1,3	3,7
			187,5-200,0	" "	+11,7	17,2	3,2	2,1	5,6

Характеристика химического состава углекислых вод Меграутского участка Кироваканского месторождения

№ п/п	№ скважин	Темпера- тура, °C	Дебит воды, л/сек	С о д е р ж а н и е в м г / л % м г - экв						H ₂ SiO ₃ мг/л	CO ₂ раствор., мг-л	Формула Курлова	
				Na	K	Mg	Ca	Cl	SO ₄				HCO ₃
1	12/62	13,2	3,0	<u>498,64</u> 53,23	-	<u>125,40</u> 24,84	<u>190,07</u> 22,84	<u>340,8</u> 23,13	<u>610,66</u> 30,62	<u>1171,2</u> 46,25	72,8	408,0	M _{3,0} $\frac{HCO^3_{46} SO^4_{31} Cl_{23}}{(Na+K)_{53} Mg_{25} Ca_{23}}$
2	15/70	14,6	2,0	<u>652,74</u> 52,38	-	<u>143,48</u> 21,78	<u>280,56</u> 25,84	<u>483,72</u> 25,18	<u>832,87</u> 32,0	<u>1415,2</u> 42,82	93,6	1215,0	M _{3,8} $\frac{HCO^3_{43} SO^4_{32} Cl_{25}}{(Na+K)_{52} Ca_{28} Mg_{22}}$
3	18/70	15,0	3,0	<u>692,07</u> 49,04	-	<u>141,47</u> 19,03	<u>388,55</u> 31,73	<u>529,1</u> 24,42	<u>931,63</u> 31,73	<u>1634,8</u> 43,35	72,8	1618,0	M _{4,5} $\frac{HCO^3_{44} SO^4_{32} Cl_{24}}{(Na+K)_{57} Ca_{27} Mg_{16}}$
4	30/71	17,0	6,0	<u>968,30</u> 54,32	-	<u>234,54</u> 24,92	<u>319,02</u> 20,56	<u>715,0</u> 26,05	<u>1135,74</u> 30,54	<u>2049,0</u> 43,41	104,0	1790,0	M _{5,5} $\frac{HCO^3_{43} SO^4_{31} Cl_{26}}{(Na+K)_{54} Mg_{25} Ca_{21}}$
5	33/71	16,2	2,5	<u>540,04</u> 59,77	-	<u>79,42</u> 16,87	<u>184,05</u> 23,36	<u>357,5</u> 25,65	<u>692,96</u> 36,69	<u>904,8</u> 37,66	104,0	1200,0	M _{2,9} $\frac{HCO^3_{38} SO^4_{37} Cl_{25}}{(Na+K)_{60} Ca_{23} Mg_{17}}$
6	1/72	17,3	0,3	<u>1345,73</u> 59,52	-	<u>252,05</u> 21,09	<u>382,02</u> 19,39	<u>894,6</u> 25,67	<u>1588,39</u> 33,64	<u>2440,0</u> 40,69	114,4	2216,0	M _{7,0} $\frac{HCO^3_{40} SO^4_{34} Cl_{26}}{(Na+K)_{60} Mg_{21} Ca_{19}}$
7	6/72	16,0	1,8	<u>774,18</u> 58,30	-	<u>142,57</u> 20,31	<u>247,68</u> 21,39	<u>461,5</u> 22,53	<u>784,32</u> 28,28	<u>1732,4</u> 49,19	83,2	1715,0	M _{4,2} $\frac{HCO^3_{49} SO^4_{28} Cl_{23}}{(Na+K)_{58} Ca_{21} Mg_{21}}$
8	7/72	16,4	10,0	<u>1203,82</u> 54,81	-	<u>258,56</u> 22,26	<u>438,67</u> 22,93	<u>830,7</u> 24,50	<u>1387,58</u> 30,26	<u>2635,2</u> 43,24	113,5	2160,0	M _{6,9} $\frac{HCO^3_{45} SO^4_{30} Cl_{25}}{(Na+K)_{55} Ca_{23} Mg_{22}}$
9	8/72	15,9	2,2	<u>584,2</u> 55,51	-	<u>141,15</u> 25,28	<u>176,71</u> 19,21	<u>355,0</u> 21,80	<u>610,66</u> 27,68	<u>1415,2</u> 50,52	61,6	1337,6	M _{3,4} $\frac{HCO^3_{51} SO^4_{28} Cl_{11}}{(Na+K)_{56} Mg_{25} Ca_{19}}$
10	11/72	14,6	1,8	<u>415,84</u> 69,17	-	<u>52,28</u> 16,45	<u>75,42</u> 14,38	<u>120,70</u> 13,01	<u>324,26</u> 34,96	<u>829,6</u> 52,03	52,0	607,0	M _{1,9} $\frac{HCO^3_{52} SO^4_{35} Cl_{13}}{(Na+K)_{69} Mg_{16} Ca_{14}}$
11	12/72	16,2	2,2	<u>877,68</u> 50,88	-	<u>258,56</u> 28,35	<u>312,13</u> 20,77	<u>641,1</u> 24,27	<u>1056,73</u> 29,33	<u>2122,8</u> 46,40	113,52	1610,0	M _{7,0} $\frac{HCO^3_{46} SO^4_{29} Cl_{24}}{(Na+K)_{51} Mg_{28} Ca_{21}}$

1	2	3	4	5	6
			47,5	300,0	Порфириды трещиноватые, измененные, окварцованные
11/72	305,0	300,0	0,0	1,5	Песчанистая глина с галькой
			1,5	40,0	Валуно-галечные отложения с разнозернистым песком
			40,0	147,5	Песчанистая глина с редкими включениями валунов и обломков
			147,5	162,5	Валуно-галечные отложения изверженных пород с песчанистым материалом
			162,5	300,0	Порфириды трещиноватые, измененные, окварцованные
12/72	303,8	300,0	0,0	1,5	Песчанистая глина с галькой
			1,5	32,5	Валуно-галечные отложения с разнозернистым песком
			32,5	72,5	Песчанистая глина с редкими включениями валунов и обломков
			72,5	275,0	Андезито-базальты трещиноватые, с прослоями ошакowanych андезито-базальтов
			275,0	285,0	Валуно-галечные отложения изверженных пород
			285,0	300,0	Порфириды измененные, трещиноватые, окварцованные

Газонасыщенность минеральных вод Мегрутского участка
Кироваканского месторождения

№ скваж.	Дата измерения	Температура воды, °С	Дебит скважин, л/сек	Газонасыщенность CO ₂			
				CO ₂ раств., г/л	газов. фактор, г/л	CO ₂ своб., г/л	CO ₂ общая, г/л
13/70	20.УП.73	17,5	Гл. опр. (150м)	1,69	-	-	1,69
18/70	10.УП.71	15,0	3,0	1,93	0,27	0,53	2,46
	10.Ш.72	15,0	3,0	1,94	0,28	0,55	2,49
	30.УП.73	15,1	0,8	1,72	0,14	0,28	2,00
	5.УШ.73	15,2	0,8	1,70	0,14	0,28	1,98
30/71	25.1Х.71	16,2	6,0	1,97	0,32	0,63	2,60
	30.Х1.71	16,2	6,0	1,98	0,30	0,59	2,57
	20.УП.72	15,8	2,2	0,86	-	-	0,86
	10.Ш.73	15,8	2,2	0,87	-	-	0,87
	19.УП.73	20,3	Гл. опр. (200м)	2,8	1,6	3,15	5,95
33/71	20.Х1.71	16,2	2,5	1,28	0,08	0,16	1,44
	20.УП.72	16,3	2,5	1,30	0,08	0,16	1,46
	10.Ш.73	16,1	2,5	1,28	0,08	0,16	1,44
	30.УШ.73	16,4	Гл. опр. (140м)	2,14	0,12	0,24	2,38
1/72	10.УП.72	17,2	0,30	2,12	2,00	3,96	6,08
	10.Ш.73	17,1	0,30	2,15	1,93	3,80	5,95
	15.У1.73	19,4	Гл. опр. (200м)	2,75	1,95	3,84	6,59
6/72	20.УП.72	16,3	1,8	1,97	0,24	0,48	2,45
	10.Ш.73	16,2	1,8	1,98	0,23	0,46	2,44
	19.УП.73	16,4	1,2	2,05	0,30	0,59	2,64
	30.УШ.73	19,9	Гл. опр. (200м)	2,75	1,75	3,46	6,21
7/72	10.Ш.73	17,4	8,0	2,17	0,44	0,87	3,04
	5.УШ.73	17,5	8,0	2,15	0,44	0,87	3,02
	20.УШ.73	21,9	Гл. опр. (200м)	2,69	1,75	3,46	6,15
8/72	10.1У.73	15,9	2,4	1,85	0,04	0,08	1,93
	28.У1.73	17,0	Гл. опр. (148м)	2,44	0,5	0,99	3,43
11/72	1.1У.73	14,6	1,8	1,09	-	-	1,09
12/72	- " -	16,1	2,2	1,92	0,21	0,42	2,34

Результаты измерения температуры воды в скважинах
Мегрутского участка Кировзаканского месторождения
углекислых вод

Скважина 1/72					Скважина 4/72			
1972 г.			1975 г.		1972 г.		1973 г.	
глубина, м	17.X- t, °C	31.X t, °C	глубина, м	15.Y1- t, °C	глубина, м	26.X t, °C	глубина, м	7.Y1 t, °C
3	17,10	17,23	8,5	17,03	6	12,90	4	11,36
13	17,40	17,55	18,5	17,30	16	12,77	14	13,08
23	17,75	17,80	28,5	17,59	26	12,56	24	12,72
33	17,78	17,80	33,5	17,87	36	12,35	34	12,42
43	17,89	18,00	48,5	17,90	46	12,58	44	12,38
53	18,03	18,06	58,51	17,91	56		54	12,77
63	18,06		68,5	18,05	66	15,53	64	14,94
73			78,5	18,17	76	16,38	74	16,46
83		18,30	88,5	18,21	86	16,57	84	16,70
93	18,28	18,37	98,5	18,25	96	16,59	94	16,73
103	18,37	18,55	108,5	18,35	106	16,59	104	16,51
113	18,43	18,47	118,5	18,40	-	-	-	-
123	18,47	18,57	128,5	18,48	-	-	-	-
133	-	-	138,5	18,52	-	-	-	-
143	-	-	148,5	18,58	-	-	-	-
153	-	18,73	158,5	18,68	-	-	-	-
163	-	-	168,5	18,86	-	-	-	-
173	-	-	178,5	19,25	-	-	-	-
183	-	19,38	188,5	19,30	-	-	-	-
193	20,35	-	197,5	19,38	-	-	-	-
203	20,85	-	-	-	-	-	-	-

Скважина 5/72				Скважина 6/72				Скважина 7/72	
1973 г.		1972 г.		1973 г.		1973 г.		1973 г.	
глуб., м	7,У1 °С	глуб., м	26,Х °С	30,Х °С	глуб., м	7,У1 °С	20,У1 °С	глуб., м	15,У1 °С
5	11,45	1	-	-	4	12,67	16,48	8,5	15,32
15	11,34	11	14,42	16,70	14	12,90	16,48	18,5	15,64
25	11,16	21	14,61	16,76	24	13,06	16,58	18,5	15,83
35	11,20	31	14,71	17,77	34	13,26	16,55	38,5	16,02
45	11,33	41	15,02	16,79	44	13,48	16,53	48,5	16,15
55	11,71	51	15,15	16,79	54	13,59	16,53	58,5	16,24
65	12,13	61	15,25	16,79	64	13,48	16,65	68,5	16,30
75	12,36	71	15,52	16,83	74	13,39	16,67	-	-
85	12,95	81	15,60	16,34	84	13,72	16,73	-	-
95	13,49	91	15,93	-	94	13,96	16,72	-	-
105	13,75	101	16,20	-	104	14,23	16,34	-	-
115	14,10	111	16,43	-	114	14,71	16,94	-	-
125	14,47	121	16,60	17,0	124	15,95	16,88	-	-
135	14,87	131	16,68	17,08	134	16,50	17,14	-	-
145	15,84	136	-	17,48	144	16,82	18,24	-	-
155	15,80	141	17,17	18,34	154	17,55	18,84	-	-
-	-	148	-	18,70	164	18,03	19,17	-	-
-	-	151	17,63	-	174	18,44	19,52	-	-
-	-	161	18,45	-	184	18,86	19,77	-	-
-	-	171	18,65	-	-	-	-	-	-
-	-	181	19,23	-	-	-	-	-	-
		191	19,70	-	-	-	-	-	-
		201	19,86	-	-	-	-	-	-
		211	20,20	-	-	-	-	-	-

Скважина 8/72				Скважина 12/72			Скважина 13/70	
1973 г.				1973 г.			1973 г.	
глуб., м	9,У1 °C	глуб., м	20,У1 °C	глуб., м	8,У1 °C	глуб., м	8,У1 °C	20,У1 °C
8,5	13,88	3,5	15,88	9	16,14	10	12,28	12,40
18,5	13,47	13,5	15,88	19	16,19	20	12,81	12,85
28,5	13,67	23,5	15,96	29	16,20	30	13,01	13,02
38,5	13,77	33,5	15,91	39	16,26	40	13,20	18,30
48,5	13,90	43,5	15,96	49	16,31	50	13,56	18,53
58,5	13,83	53,5	15,97	59	16,33	60	13,99	14,02
68,5	14,16	63,5	16,08	69	16,39	70	14,45	14,49
79,5	14,16	73,5	16,15	79	16,40	80	14,90	14,91
88,5	14,29	83,5	16,20	89	16,41	90	15,36	15,38
93,5	14,52	93,5	16,55	99	16,43	100	15,72	15,75
98,5	14,77	103,5	16,79	109	16,45	110	16,08	16,03
103,5	15,10	113,5	16,94	119	16,47	120	16,50	16,49
113,5	15,64	123,5	17,40	129	16,50	120	16,88	16,93
123,5	16,10	133,5	17,55	139	16,50	140	17,28	17,29
133,5	16,66	143,5	17,58	149	16,50	150	17,64	16,54
143,5	16,95	-	-	154	16,55	160	18,05	18,07
147,5	17,04	-	-	156	16,61	170	18,41	18,50
				157	16,66	180	18,87	18,93
				159	16,97	190	19,21	19,11
				169	17,35	-	-	-

Скважина 15/70		Скважина 18/71		Скважина 29/71					
1973 г.		1972 г.		1973 г.		1972 г.		1973 г.	
глуб., м	16, У1 °C	глуб., м	27, X °C	глуб., м	19, У1 °C	глуб., м	25, X °C	глуб., м	7, У1 °C
8,5	14,66	5	14,47	9	13,46	2	14,21	10	10,48
18,5	14,70	15	-	19	13,86	12	-	20	11,52
28,5	14,70	25	14,50	29	13,86	22	11,50	30	12,47
38,5	14,70	35	14,73	39	14,03	32	12,40	40	12,65
48,5	14,68	45	14,87	49	14,20	42	12,43	50	12,80
58,5	14,70	55	-	59	14,38	52	12,66	60	13,06
62,0	14,51	65	14,95	69	14,41	62	12,84	70	13,34
-	-	75	-	79	14,06	72	13,12	80	13,71
-	-	85	-	89	14,51	82	13,50	90	14,24
-	-	95	-	99	14,76	92	14,03	100	14,81
-	-	105	15,65	107	15,31	102	14,57	110	15,14
-	-	-	-	-	-	112	15,18	120	15,44
-	-	-	-	-	-	122	15,53	130	15,75
-	-	-	-	-	-	132	15,65	140	16,20
-	-	-	-	-	-	142	15,95	150	16,57
-	-	-	-	-	-	152	16,30	160	16,94
-	-	-	-	-	-	162	16,77	-	-
-	-	-	-	-	-	172	17,25	-	-

1971 г.			1972 г.			1973 г.	
Глуб., м	9, У1 °С	20, У1 °С	Глуб., м	27, X °С	Глуб., м	16, У1 °С	
9	13,55	15,90	9	15,4	8	10,97	
19	13,43	15,86	10	15,50	18	11,56	
29	13,42	16,16	29	15,70	28	11,90	
39	13,42	16,41	39	-	38	12,30	
49	13,47	16,72	49	15,75	48	12,8	
54	13,70	-	59	-	58	13,53	
59	13,76	16,84	68	-	68	14,20	
69	14,10	16,95	79	-	78	14,65	
79	14,33	17,20	89	15,84	88	14,90	
89	15,28	17,37	-	-	-	-	
94	16,27	-	-	-	-	-	
99	16,14	17,52	-	-	-	-	
109	16,52	17,70	-	-	-	-	
119	16,90	17,73	-	-	-	-	
129	17,18	18,21	-	-	-	-	
139	17,35	18,88	-	-	-	-	
144	17,61	-	-	-	-	-	
149	17,75	19,75	-	-	-	-	
159	18,35	19,99	-	-	-	-	
169	18,92	20,31	-	-	-	-	
179	19,55	20,37	-	-	-	-	
189	19,81	20,36	-	-	-	-	
199	20,16	20,34	-	-	-	-	
204	20,27	-	-	-	-	-	

Результаты глубинных опробований скважин
Мегрутского участка Кироваканского месторождения

№ сква- жин	Дата опробо- вания	Глубина отбора пробы, м	Пьезо- метрич. уровень, м	Темпера- тура на опробуе- мой гду- бине, °С	СО ₂ общая, г/л	Общая мине- рализация, г/л
1	2	3	4	5	6	7
13/70	26.04.74	150	-2,85	17,50	0,79	2,50
"	"	200	-2,85	19,40	1,06	2,80
16/70	30.04.74	200	-1,0	19,1	1,06	2,0
17/70	30.04.74	150	-0,2	14,5	1,93	6,4
"	"	190	-0,2	16,2	2,11	7,6
18/71	"	150	-3,1	15,4	2,30	4,9
29/71	29.04.74	30	-2,9	12,5	-	0,5
"	"	50	-2,9	12,6	-	0,6
"	"	150	-2,9	16,2	-	0,8
30/71	26.04.74	50	2,50	13,5	0,43	1,7
"	"	100	2,50	16,1	2,20	4,0
"	"	150	2,50	17,8	2,33	5,0
"	"	200	2,50	20,2	2,79	8,1
33/71	30.04.74	125	11,70	15,9	1,3	3,7
"	"	170	11,70	17,2	2,1	5,6
1/72	26.04.74	140	6,2	13,6	2,4	7,3
"	"	200	6,2	20,1	2,45	9,0
2/72	"	100	2,1	14,3	-	0,6
"	"	160	2,1	16,1	-	1,3
4/72	"	100	0,60	16,8	-	0,8
"	"	150	0,60	17,4	-	1,1
5/72	"	6	-5,08	11,6	-	0,1
5/72	26.04.74	50	-5,08	11,7	-	0,2
"	"	100	-5,08	13,7	-	0,5
"	"	140	-5,08	15,4	-	0,4
"	"	200	-5,08	18,2	-	0,7
6/72	29.04.74	50	3,0	18,3	2,25	5,0
"	"	200	3,0	19,8	2,33	8,4
"	"	235	3,0	21,45	2,41	9,3

1	2	3	4	5	6	7
7/72	26.04.74	150	17,1	19,7	2,4	7,10
-"-	-"-	200	17,1	21,6	2,7	9,0
8/72	29.04.74	50	5,40	13,90	0,85	1,90
-"-	-"-	100	5,40	15,10	1,56	3,7
-"-	-"-	150	5,40	17,20	2,00	7,5
-"-	-"-	200	5,40	20,8	2,1	8,6
11/72	26.04.74	Устье	2,80	12,2	-	-
-"-	-"-	50	2,80	14,35	-	-
-"-	-"-	100	2,80	15,4	-	-
-"-	-"-	160	2,80	16,3	1,3	1,7

Результаты глубинных опробований скважин
Мегрутского участка Кироваканского месторождения

№ скваж.	Дата опробования	Опробуемый интервал, м	Глубина отбора пробы, м	Температура на отбираемой глубине, °С	HCO ₃ , г/л	Cl, г/л	SO ₄ , г/л	CO ₂ общая, г/л	Общая минерализация, г/л
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12/69	10.VI.73	0,0-30,0*	30,0	13,0	0,4	0,05	0,06	Не опр.	0,8
	10.VI.73	41-60,0	60,0	13,9	0,5	0,07	0,11	0,8	1,0
	10.VI.73	80-100,0	100,0	14,2	1,2	0,3	0,61	1,5	3,0
13/70	19.VI.73	10,0-40,0	40,0	13,2	0,4	0,03	0,05	Не опр.	0,6
	"	41,0-60,0	60,0	14,0	0,4	0,04	0,05	Не опр.	0,7
	"	41,0-100,0	100,0	15,6	0,7	0,2	0,3	Не опр.	1,7
	"	41,0-125,0	125,0	10,5	0,9	0,2	0,4	Не опр.	2,1
	"	70,0-150,0	150,0	17,5	1,0	0,3	0,5	1,69	2,4
	"	70,0-160,0	160,0	18,0	1,0	0,3	0,5	Не опр.	2,5
	"	70,0-175,0	175,0	18,6	1,4	0,2	0,3	Не опр.	2,7
	10.VI.73	10,0-50,0	50,0	13,5	0,4	0,04	0,04	Не опр.	0,7
16/70	"	80,0-200,0	200,0	15,1	0,8	0,3	0,4	Не опр.	2,0
	1.IX.73	42,5-115,0	115,0	12,4	2,3	0,4	0,9	1,8	5,1
17/70	20.VI.73	42,0-100,0	100,0	15,3	0,9	0,3	0,6	2,00	2,6
	"	125,0-150,0	150,0	16,4	1,9	0,5	1,0	2,46	4,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
29/70	19.VI.73	28,0-30,0	30,0	12,4	0,3	0,04	0,02	H.o.	0,6
	—	28,0-50,0	50,0	12,6	0,3	0,04	0,02	H.o.	0,6
	—	28,0-160,0	160,0	13,7	0,4	0,03	0,01	H.o.	0,6
30/71	18.VI.73	0,0-10,0	10,0	13,4	0,3	0,03	0,05	H.o.	0,6
	—	16,0-20,0	20,0	13,4	0,4	0,04	0,04	H.o.	0,7
	—	41,0-100,0	100,0	16,1	1,5	0,6	0,8	H.o.	4,0
	—	130,0-150,0	150,0	17,8	2,0	0,6	0,9	2,80	4,9
	—	120,0-200,0	200,0	20,2	3,0	1,1	1,7	5,95	8,0
32/71	10.VI.73	64,0-150,0	150,0	13,2	0,4	0,03	0,05	H.o.	0,7
33/71	30.VIII.73	100,0-110,0	110,0	15,6	0,9	0,4	0,6	H.онр.	2,8
		100,0-140,0	140,0	16,8	1,9	0,6	1,0	2,38	4,8
1/72	29.II.72	120,0-142,0	142,0	13,7	2,4	0,9	1,6	He онр.	6,9
	13.III.73	120,0-200,0	200,0	20,8	2,9	1,4	2,2	6,59	9,1
	30.VII.73	120,0-150,0	150,0	18,7	2,5	0,9	1,5	He онр.	7,1
2/72	28.IV.72	45,0-90,0	90,0	12,8	0,3	0,01	сл.	He онр.	0,5
	17.V.72	120,0-160,0	160,0	13,4	0,5	0,01	0,04	H.o.	0,6
4/72	4.VII.72	90,0-106,0	106,0	16,8	0,4	0,04	0,14	H.o.	0,8
5/72	30.IX.72	123,0-200,0	200,0	15,2	0,4	0,04	0,04	H.o.	0,7
6/72	10.II.72	0,0-20,0	20,0	14,6	0,4	0,03	0,02	H.o.	0,6
	22.II.72	0,0-30,0	30,0	14,7	0,4	0,03	0,03	H.o.	0,7
	28.II.72	40,0-65,0	65,0	15,3	2,2	—	0,7	H.o.	3,2
	19.III.72	125,0-145,0	145,0	17,4	2,3	0,5	0,8	H.o.	4,9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7/72	12.IY.72	125,0-200,0	200,0	13,9	2,9	1,9	1,2	6,21	8,4
	-"	125,0-250,0	250,0	20,9	2,9	1,4	2,3	H.o.	9,3
	24.XI.72	110,0-135,0	135,0	18,7	2,0	0,7	1,3	H.o.	5,8
	29.XI.72	110,0-182,0	182,0	21,1	2,6	0,8	1,4	H.o.	6,9
	29.XII.72	110,0-200,0	200,0	21,4	2,0	0,8	1,4	6,15	6,0
8/72	20.VII.73	48,0-50,0	50,0	13,9	1,6	H.o.	0,4	0,6	1,2
	-"	48,0-80,0	80,0	14,2	1,2	0,4	0,6	1,34	3,2
	-"	120,0-125,0	125,0	16,2	1,8	0,5	0,8	H.o.	4,3
	-"	120,0-160,0	160,0	17,6	1,8	0,5	0,8	3,43	7,5
	27.IY.73	121,0-160,0	160,0	16,4	0,8	0,1	0,3	1,09	1,9
12/72	15.I.73	42,0-100,0	100,0	16,4	2,2	0,6	1,0	2,34	5,2
	8.II.73	121,0-150,0	150,0	16,5	3,5	0,7	1,2	H.o.	7,5

Таблица
показателей смещения подземных минеральных вод
Мегрутского участка Кироваканского месторождения

Скважина 15/70			Скважина 12/70			Скважина 18/71		
Cl	HCO ₃	сумма	Cl	HCO ₃	сумма	Cl	HCO ₃	сумма
11,86	23,6	47,64	9,6	19,20	41,51	15,61	30,4	66,91
9,81	18,4	40,20	9,6	20,2	42,19	15,76	30,60	67,43
Скважина 17/70			Скважина 30/71			Скважина 33/71		
24,22	37,00	78,66	11,12	18,4	42,40	11,13	20,00	46,36
23,22	36,2	75,71	11,72	18,4	43,62	9,75	25,20	49,68
			10,6	18,0	41,38	11,28	15,6	42,77
			10,8	18,4	41,71	11,36	15,6	43,03
Скважина 1/72			Скважина 7/72			Скважина 5/72		
25,00	40,6	97,57	20,88	40,80	89,78	2,8	10,0	13,12
24,00	38,4	94,65	21,07	42,00	91,10	0,73	6,80	8,57
24,00	35,80	92,05	22,47	45,20	97,42			
25,03	35,80	92,10	22,67	45,60	98,15			
25,00	34,80	91,74	23,60	41,60	95,63			
25,00	35,60	92,57	23,60	43,60	94,67			
24,00	34,80	91,55	25,58	45,30	97,48			
24,6	35,20	92,02	22,30	45,10	96,00			
Скважина 6/72			Скважина 8/72			Скважина 12/72		
10,41	22,4	43,93	23,84	36,2	91,28	16,40	34,8	71,01
10,94	22,0	45,43	25,18	39,31	95,28	15,92	34,8	70,36
11,98	21,4	46,77	23,46	36,00	90,66			
			12,40	20,00	47,81			
			10,00	18,00	40,74			
Скважина 11/72								
3,26	13,6	22,89						

[illegible]

Расчет величины естественных ресурсов
углекислых вод Мегрутского участка
Кирово-Аканского месторождения

Для блока № 1 в расчетную схему вошли гидрогеологически активные дислокации 1-1 и П-П, а для блока № 2 — соответственно Ш-Ш и 1У-1У. Гидрогеологически активная зона восточного блока № 3 совпадает с широким меридионально ориентированным нарушением У1-У1.

Ввиду несвоевременного определения напора в грунтовом горизонте ($H_{гр}$) при расчетах, с известным допущением, был принят напор смешанных вод (H_0). Причем, изменение глубинных напоров по площади охарактеризовано двумя скважинами (33/71 — 7/71) лишь в пределах нарушений 1У-1У и Ш-Ш. В остальных случаях соответствующие величины были установлены по одиночным скважинам.

Средний гидравлический градиент в водоносном горизонте-реципиенте рассчитан для каждой зоны отдельно по карте гидроизопьез (рис. 22).

Фактическая длина зоны разгрузки (l), исходя из анализа данных по гидрохимии, гидротермии, гидродинамики, принята различной и отмерялась вдоль линий тока в горизонте-реципиенте для каждого нарушения.

Средняя мощность тектонических нарушений для Кирово-Аканского месторождения принята равной 50-55 м.

Для блоков 1 и П ширина (b) зоны разгрузки поперек грунтового потока принята условно равной 30 м. Следовательно, для этих блоков величины естественных ресурсов будут занижены против возможных на 35-40%, что можно отнести к запасу надежности.

Коэффициенты фильтрации вычислялись в пределах блока по формуле Дюпюи для установившегося движения напорных вод.

$$K = \frac{0,366 \cdot Q \lg \frac{r_1}{r_0}}{m(S_0 - S_1)}$$

где S_0, S_1 — понижение уровня соответственно в центральной и наблюдательной скважинах; r_1 — расстояние от центральной до наблюдательной скважины; r_0 — радиус скважины; m — мощность водоносного горизонта.

На основании полученных исходных данных произведен подсчет естественных ресурсов углекислых минеральных вод Мегрютского участка Кироваканского месторождения.

Подсчет естественных ресурсов:

Блок 1

1. Гидрогеологически активная дислокация 1-1₃

$$H = 113,72 \text{ м} \quad Q_{\text{гр}} = 16:0,03 \cdot 30 \cdot 113 = 1630 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$H_m^m = 113,0 \text{ м}$$

$$I^o = 0,03$$

$$L = \frac{400}{113,72} = 3,52$$

$$l = 400 \text{ м}$$

$$b = 30 \text{ м}$$

$$K = 16 \text{ м/сут.}$$

$$H = \frac{113,0}{113,72} = 0,99$$

$$\Theta = 0,386$$

$$Q_m = 1630 \cdot \% \cdot 386 = 630 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

2. Гидрогеологически активная дислокация П-П.

$$H = 119,5 \text{ м}$$

$$H^M = 119,0 \text{ м}$$

$$I^o = 0,01$$

$$l = 500 \text{ м}$$

$$b = 30 \text{ м}$$

$$K = 16 \text{ м/сут.}$$

$$Q_{\text{гр} \approx \text{КВН}_0} = 16 \cdot 0,01 \cdot 30 \cdot 119 = 570 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$L = \frac{l}{H_m} = \frac{500}{119,5} = 2,6$$

$$H = \frac{H^o}{H_m} = \frac{119,0}{119,5} = 0,995$$

$$\Theta = \left[\frac{1,13 \cdot L H^2 (1-H^2)}{1(L+0,06)(1+H^2)} \right] \frac{0,22}{\sqrt{1}} = \left[\frac{1,13 \cdot 2,6 \cdot 0,99^2 (1-0,99^2)}{0,01 \cdot (2,6+0,06)(1+0,99^2)} \right] \frac{0,22}{0,1} =$$

$$\Theta = 0,28 \quad Q_m \approx Q_{\text{гр}} \cdot \Theta = 570 \cdot 0,28 = 160 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$\Sigma Q_m = 790 \text{ м}^3/\text{сут. (по блоку 1).}$$

Соответствующим образом были подсчитаны естественные ресурсы углекислых минеральных вод по блоку № 2 (гидрогеологически активные дислокации Ш-Ш и 1У-1У) и по блоку № 3 (гидрогеологически активная дислокация У1-У1).

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	5
Глава I. Гидрогеологические особенности месторож- дений минеральных вод в наложенных депрессиях	8
1. Современное состояние учения о месторождени- ях минеральных вод	8
2. Тектонические депрессии как специфические гидрогеологические структуры	13
3. Типизация месторождений минеральных вод в тектонических депрессиях	20
Глава II. Геологическое строение и гидрогеологи- ческая роль севанского пояса впадин и поднятий как крупной региональной дренажной системы	24
Глава III. Геолого-гидрогеологические условия цен- трального участка личского месторождения	49
Глава IV. Геолого-гидрогеологические условия се- ванского месторождения	71
Глава V. Геолого-гидрогеологические условия ме- гритского участка Кироваканского месторождения	88
Выводы	112
Литература	116
Приложения (1-26)	

Ядоян Рубен Багратович

УГЛЕКИСЛЫЕ ВОДЫ НАЛОЖЕННЫХ
ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДЕПРЕССИЙ
МАЛОГО КAVКАЗА

Редактор издательства Р. А. Багдасарян
Худ. редактор Г. Н. Горцакалян
Тех. редактор Р. Х. Геворгян
Корректор М. С. Карапетян

Набрано на наборно-пишущей машине
операторами А. С. Багдасарян, З. А. Оганесян

ИБ № 548

Сдано в производство 15.07.1982 г.,
подписано к печати 12.07.1982 г.,
ВФ 04654, формат 80 x 90 1/16, бумага № 1,
шрифт "литературная", офсетная печать,
усл. печ. 12,25 л., печ. л. 9,5 + 19 вкл.,
учетно-изд. л. 12,52 Тираж 700. Зак. № 687
Изд. № 5695. Цена 1 р. 95 к.

Издательство АН Армянской ССР, 375019,
Ереван - 19, пр. Барекамутян, 24 г.
Типография Издательства АН АрмССР,
378310, г. Эчмиадзин

1 р. 95 к.

3829