

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ СССР

МИНЕРАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ КАВКАЗСКОЙ ГРУППЫ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД (КМВ)

(Кисловодск—Ессентуки—Пятигорск—Железноводск)

Проф. А. И. ДЗЕНС-ЛИТОВСКИЙ

Введение

Наибольшей популярностью в нашем Союзе пользуются минеральные источники района Кавказских минеральных вод. Здесь, на территории площадью всего около 1500 км², известно более 50 минеральных источников, из которых часть представляет естественные выходы минеральных вод, а часть с различной глубины выведена на дневную поверхность буровыми скважинами и штольнями.

По отзыву одного из крупнейших специалистов, французского гидрогеолога Ж. Франсуа, посетившего КМВ в 1874 г., нигде в мире нет такого богатства и разнообразия минеральных источников, как на Кавказской группе минеральных вод. С тех пор это редкое разнообразие источников КМВ увеличено во много раз выведением из недр земли все новых и новых ценных минеральных вод.

Минеральные источники КМВ отличаются исключительно разнообразными лечебными свойствами.

В настоящее время под названием Кавказских минеральных вод (КМВ) понимаются четыре курортных города—Кисловодск, Ессентуки, Пятигорск и Железноводск, а также курортный поселок Кумогорск.

С 1935 и по 1939 г. нам приходилось ежегодно работать на КМВ в качестве консультанта по гидрогеологии на Кавказской научно-исследовательской станции по изучению минеральных вод Северо-Кавказского геологического управления и обследовать минеральные источники КМВ в качестве эксперта-гидрогеолога Геологического контроля Главгеологии. Ниже мы кратко остановимся на современном состоянии и плане предстоящих работ на КМВ, составленном на основании личных исследований,

литературных и фондовых материалов Главгеологии и Центрального бальнеологического института (Пятигорск).

До революции курорты на минеральных водах Кавказской группы были доступны лишь имущим классам. Только после Великой Октябрьской социалистической революции эти лучшие курорты нашего Союза стали доступны широким массам трудящихся. На курортах Кавказской группы за последние годы лечатся и отдыхают около 500 000 трудящихся, в то время как до революции через КМВ проходило не более 30—40 000 больных и отдыхающих.

Изменились и внешний облик и благоустройство отдельных курортных городов КМВ—проведены асфальтированные дороги и улицы, построены прекрасные архитектурно-оформленные санатории, сады, парки и т. д. Уже начаты и ведутся интенсивные работы по реконструкции всех курортов КМВ, что увеличит их благоустройство и пропускную способность.

Однако для полного осуществления разработанного и одобренного Правительством плана реконструкции КМВ не подготовлена гидроминеральная база. Для выполнения в ближайшие годы плана реконструкции необходимо широко осветить геологическое строение и гидрогеологические условия района КМВ. Без знания режима и понимания генезиса КМВ нельзя вести правильной эксплуатации минеральных источников, охраны их от загрязнения и т. п.

Геологические исследования и разведочные работы в районе КМВ были начаты еще в 1905 г. под общим руководством Геологического комитета и непосредственным руководством проф.

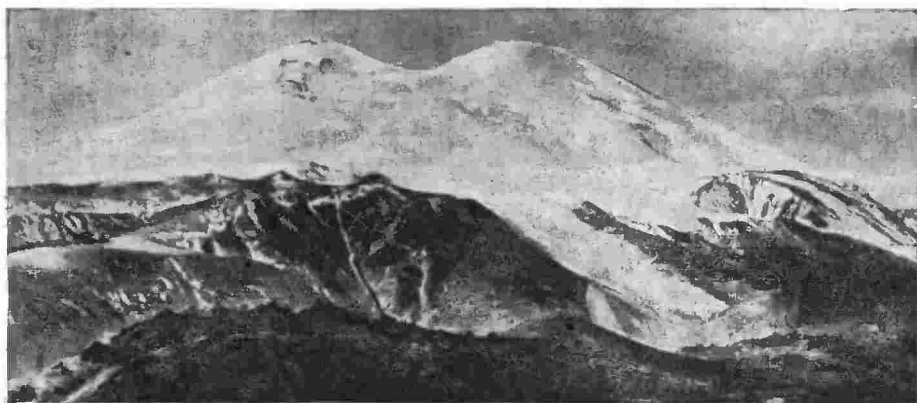
А. П. Герасимова. Геологический комитет руководил всеми работами вплоть до Великой Октябрьской социалистической революции. Принимая в свое ведение работы на Кавказских водах,—пишет А. П. Герасимов,—комитет наметил обширную программу для детальной геологической съемки, долженствовавшей осветить большой район от выходов среднего миоцена на севере и снежных полей Эльбруса, на юге, от водораздела с системой Кубани на западе и почти до меридиана Георгиевска на востоке* [3].

К сожалению, намеченная широкая программа работ б. Геологическим комитетом на КМВ не была осуществлена полностью, так как главное

еще не соответствует тем, по истине огромным, возможностям, которые здесь имеются.

1. Геологические условия районов КМВ

Гидроминеральной базой для курортов КМВ служит природная минеральная вода источников района, которая употребляется для питья и для ванн, а также минеральные грязи Тамбуканского озера. Минераль-



Фиг. 1. Вид на Эльбрус со стороны Малкского ледника.

внимание исполнителей было направлено на разведочные работы на самих выходах минеральной воды. Вместе с тем местными геологами была выработана и неправильная методика исследований, что „изучение минеральных источников необходимо начинать с решения вопроса об условиях их выхода на земную поверхность“, а не с выяснения общей геологической картины и изучения гидрогеологических условий широкого района [5,7].

Теория местных работников была подхвачена практиками, так как дала возможность быстрее начинать эксплуатацию источников, но это отодвинуло на десятки лет правильное решение вопросов генезиса источников и их режима.

Разливать и вывозить кавказские минеральные воды начали лишь в конце прошлого столетия. В настоящее время производственные возможности разливочных заводов, функционирующих в Кисловодске, в Железноводске и Ессентуках, определяются в размере 66 млн. полулитров в год, а к концу третьей пятилетки предполагается повысить до 100 млн. полулитров в год. Цифра сама по себе колоссальная, но она далеко

не соответствует тем, по истине огромным, возможностям, которые здесь имеются. ные источники всей группы КМВ по своему генезису тесно связаны с геологическим строением и тектоникой района.

Район КМВ представляет предгорную равнину, наклоненную к северу от хребтов Кавказа. Наклонная равнина района КМВ на юге больше расчленена, чем на севере.

Так, район Кисловодска представляет совсем горный ландшафт со скалами, обрывами, вершинами, каньонообразными долинами и т. п.

Район Ессентуков, Пятигорска и Железноводска характеризуется типичным ландшафтом мелкосопочника, благодаря распространению здесь лакколитов с округлыми вершинами, имеющих вид куполов или сопок. В одних лакколитах, в результате эрозии, обнажаются магматические породы на дневной поверхности, в других же—магматические породы скрыты под осадочными. Самый высокий лакколит Бештау поднимается на 1400 м над ур. м. [2].

В районе КМВ, под четвертичными и современными наносами, главным образом обнажаются осадочные горные породы—третичные и мезозой, изученные А. П. Герасимовым, Т. А. Мордвилко и др. Широкое развитие в северо-восточной части района КМВ имеют темносерые сланцеватые майкопские глины миоцена и олигоцена, известные у местных геологов под названием „баталинских“, по имени Баталинского минерального источника [5].

Под майкопскими глинами залегает хадумский горизонт темносерых известковистых глин и мергелей. Ниже залегают мергели нижнего олигоцена, а под ними—толща бурых и зеленых мергелей верхнего эоцена.

Под зелеными мергелями лежит мощная свита темных глинистых сланцев эссентукской свиты нижнего палеогена, с прослоями песчаных суглинков, а под ними—глинистые мергели с прослойками и линзами песчаника, с богатой фауной гастропод, пелеципод, брахиопод и морских ежей. Из этой свиты выходят эссентукские минеральные источники [1, 5].

Под мергелями эссентукской свиты местами залегает толща маастрихтских песчаников с богатой фауной морских ежей, аммонитов, яноцерам и брахиопод. Там, где толща маастрихтских песчаников отсутствует, эссентукская свита мергелей налегает непосредственно на зеленые песчаные мергели с прослоями светлых известняков нижележащего кампанского яруса сенона.

Отложения сенона, турона и сеномана в районе Эссентуков в верхней части представлены переслаивающимися известняками и мергелями, а в нижней—известняками и известковистыми песчаниками, переслоенными темными сланцеватыми глинами. Общая мощность верхнемеловых отложений, залегающих под маастрихтскими песчаниками в районе Эссентуков,—более 250 м.

Верхнемеловые отложения в районе КМВ подстилаются альбскими черными тонкосланцеватыми глинами, переходящими в песчаники, а под ними находится мощная свита аптских желтоватых песчаников с отдельными горизонтами глин, мергелей и ракушников, с горизонтом красных песчаников в основании.

Ниже залегает толща барремских и готеривских оолитовых известняков и глинисто-известняковых ракушников и песчаников под ними.

Под готеривскими известняками-ракушниками залегает толща валанжинских доломитизированных известняков и доломитов. Отложения валанжина обнажаются в глубоких балках к югу и юго-западу от г. Кисловодска. Под ними залегают прибрежно-лагунные отложения, состоящие из переслаивающихся красных и зеленых глин с доломитами, кварцевыми песками и песчаниками с прослоями известняков, гипса и мергелей. Местами в нижней части толщи песчаники переходят в графитную дресву [2, 3, 5].

Эта пестрая толща в южной и юго-западной частях района подстилается юрскими отложениями, а в Кисловодске—докембрийскими породами. Возраст этой толщи еще не определен. Одни исследователи время образования этой толщи относят к титону, другие—к валанжину. Отложения верхней и нижней юры, обнажающиеся к югу и к юго-западу от Кисловодска, в городе и ближайших окрестностях отсутствуют [3, 5, 6].

Буровая скважина, заложенная Бальнеологическим институтом в Кисловодске, прошла под валанжинскими доломитами только несколько метров в прибрежных отложениях и вышла в докембрийских метаморфических сланцах.

Мел залегает здесь на древней серии сланцев или на интрузивных породах [6, 7].

Под осадочными породами района КМВ находится сильно дислоцированная толща метаморфизованных сланцев и кварцитов, относящая частью к палеозою и частью—к докембрию. Древняя свита метаморфических сланцев в окрестностях Кисловодска нарушена интрузиями и жилами массивно-кристаллических пород. С точки зрения генезиса минеральных источников КМВ эти интрузии метаморфических сланцев представляют громадный интерес. К сожалению, в настоящее время они еще мало изучены. Не меньшее значение для познания генезиса минеральных источников КМВ имеют молодые магматические породы лакколитов, которые, к сожалению, еще также недостаточно изучены [2].

Толща осадочных пород в районе КМВ в общем имеет пологое падение на север и северо-восток. Отложения осадочной серии не раз перерывались, как это можно наблюдать в естественных обнажениях и судить по данным многочисленных буровых скважин, заложенных в районе КМВ.

Пологое залегание пластов осадочных пород в районе КМВ резко нарушено главным образом около лакколитов, где пласты осадочных пород имеют наклоны под различными углами, разрывы, сбросы и трещины. Вся толща осадочных горных пород района КМВ разбита трещинами и сбросами небольших амплитуд, связанных с альпийской фазой поднятия. Одна система трещин и сбросов имеет северо-восточное простирание, а другая—северо-западное.

2. О генезисе минеральных вод КМВ

Минеральные источники КМВ относятся к провинции гидрокарбонатных щелочно-земельных, натровых и смешанных вод, холодных и термальных, газифицирующих углекислотой. Воды этого типа свойственны всей центральной части альпийской складчатой зоны Кавказа с проявлением третично-четвертичной погасшей вулканической деятельности.

На территории КМВ, как мы видели выше, имеются разнообразные горные породы, начиная от древних гранитов и гнейсов, отложений мезозоя и кончая кайнозоем. Для района КМВ характерны довольно широкое распространение кислых и основных лав четвертичного возраста, сильная дислоцированность древних сланцев, трещиноватость всей толщи пород, молодой возраст тектонических проявлений метаморфизма и вулканизма.

Восходящие минеральные источники КМВ обычно приурочены к разломам осадочных, изверженных или метаморфических пород. Для всех курортов КМВ намечается ряд характерных тектонических направлений, с которыми и связаны естественные выходы минеральных источников и введенные буровыми скважинами.

Для всех источников КМВ характерно значительное выделение двуокиси углерода из источников. Общее количество свободной углекислоты, выносимой только главнейшими источниками КМВ, более 7000 кг в сутки. Резкое преобладание углекислоты в составе спонтанных газов является отражением высокого содержания углекислоты в воде. Наличие значительных избытков углекислоты вызывает высокую агрессивность вод на горные породы, в которых они циркулируют, интенсивно выщелачивая их.

Активное воздействие воды, насыщенной углекислотой, на породы обуславливает переход части свободной углекислоты в полусвязанное состояние с образованием и преобладанием бикарбонатов щелочей и щелочных земель. Помимо вышеуказанных, здесь встречаются источники сульфатные щелочно-земельные и натрово-кальциевые, холодные и термальные.

Главными факторами генезиса минеральных источников на территории

КМВ являются: а) состав земной коры данного участка, б) положение территории относительно альпийской складчатой зоны, в) наличие молодых поднятий и опусканий, г) проявления вулканизма.

Термальные источники района КМВ приурочены к области молодых четвертичных поднятий, к тем дислокационным трещинам, которыми эти поднятия сопровождаются [4,9].

Состав минеральных источников КМВ характеризует сложные пути циркуляции воды в различных геологических образованиях и разнообразных геодинамических условиях.

Совершая сложные пути горизонтальной и вертикальной циркуляции по различным горным породам, подземные воды обогащаются теми или другими ингредиентами. Во время своей миграции подземные воды различных горизонтов смешиваются, создавая сложные комбинации минерального и газового состава.

Для познания состава природной минеральной воды, разгадки сложных путей циркуляции воды в различных геологических образованиях и разнообразных геодинамических условиях района КМВ нужно было разобраться в этой сложной геологической обстановке. Нужно было разложить это сложное целое на отдельные составные части, и тогда вопросы генезиса, районирования и использования минеральных вод получили бы достойное разрешение.

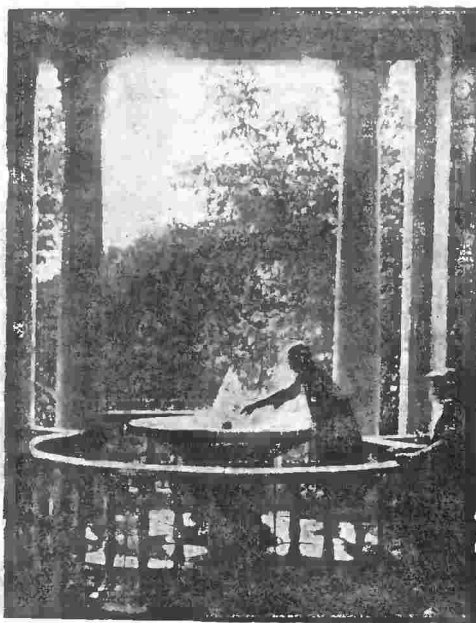
Для решения вопроса о генезисе кисловодского Нарзана следовало бы начать непосредственно изучение минеральных источников и их газового состава, выходящих на юге от Кисловодска из древних метаморфических сланцев палеозоя и докембрия, а потом вод более древних осадочных пород, кончая самыми молодыми.

3. Гидрогеологическая изученность района

Гидрогеологические изыскания на КМВ ведутся с 1905 г. по настоящее время. Однако до сих пор для района КМВ отсутствуют детальная геологическая и гидрогеологическая карты, являющиеся основной базой для разведывания и направления разведоч-

ных работ. Разведки на минеральные воды прежде велись без детальной геологической карты района, разведывались точки, а не районы, клочки, а не площади.

Разрешение основных гидрогеологических как научно-методических, так и разведочно-эксплуатационных вопросов по минеральным водам и источникам группы курортов КМВ в значительной мере лимитируется отсутствием широкого комплексного



Фиг. 2. Железноводск. Славяновский источник.

изучения района КМВ в отношении геологии, гидрогеологии и гидрохимии.

Несмотря на огромный период работ, до настоящего времени нет увязанной с общими гидрогеологическими вопросами картины генезиса и формирования ценных минеральных вод, не выявлены закономерности распределения и ресурсы этих вод в пределах отдельных групп источников.

Гидрогеологическая карта КМВ это — синтез всех накопившихся огромных материалов по водоносности района на фоне широкого и углубленного анализа данных как по пресным, так и по минеральным водам. Составить гидрогеологическую карту КМВ — это, с одной стороны, сделать доку-

ментированный прогноз в отношении выявления новых гидроминеральных ресурсов и, с другой стороны, — подвести серьезную теоретическую базу для практических мероприятий по освоению богатейших ресурсов района. Гидрогеологическая карта дает возможность контролировать, направлять и влиять на ход изысканий и разведок. К составлению детальной гидрогеологической карты района КМВ приступили только в 1939 г.

Режимные наблюдения и исследования на КМВ хотя и осуществлялись в течение десятков лет, но не были увязаны с гидрометеорологическими данными района, и поэтому по ним трудно судить о питании подземных вод района.

4. Радиоактивность минеральных источников КМВ

Наиболее детально в отношении содержания радиоактивных элементов, в частности радия и тория, изучены железнородские и пятигорские источники.

Содержание радия в железнородских источниках и горных породах представляет не только бальнеологический, но и промышленный интерес. Так, воды Славяновского источника в Железноводске, при дебите 275 000 л в сутки, выносят ежегодно около 20 мг металлического радия в год.

Подсчеты по содержанию радия в горных породах Железноводска указывают на содержание радия в заметном количестве — мг в тонне породы. Если учесть, что целый ряд промышленных предприятий за границей употребляют в производстве концентраты, содержащие от 4 до 8 мг металла радия на тонну, то вполне станет ясно промышленное значение осадков Славяновского источника.

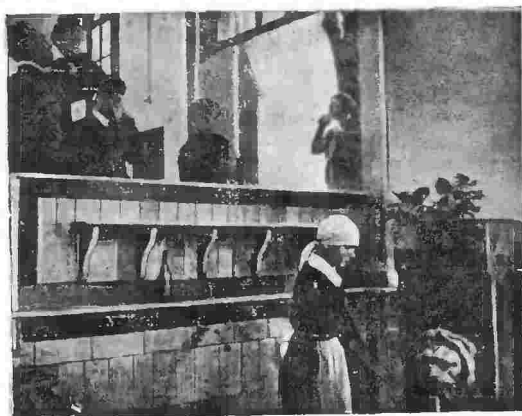
Минеральные источники Пятигорска в ряде случаев также дают осадки, сильно обогащенные радием, как, например, некоторые осадки Пятигорска на южном склоне Горячей горы содержат значительное количество радия на тонну породы.

Концентрация наиболее богатых радием уже известных за границей источников Гейдельберга представляет собою лишь одну десятую часть той

концентрации, которая установлена в Славяновском источнике в Железноводске.

5. Кисловодские нарзаны

Углекислая вода кисловодского Нарзана самая популярная природная минеральная столовая вода нашего Союза. Она в миллионах бутылок развозится по всему нашему Союзу. Нарзан можно купить на любой станции метро и в любом колхозе и совхозе



Фиг. 3. Кисловодск. Доломитный Нарзан.

от Карпат до Тихого океана. Нарзан на Кисловодском курорте употребляется для питья и для ванн.

Естественный выход минеральной воды Нарзана каптирован каменным колодезем, глубиной 6,4 м от поверхности земли на основании отдельного прослоя известняка-ракушника и известково-глинистых песчаников. Толща валанжинских доломитов и доломитизированных известняков расположена на глубине 14,5 м от основания каптажного колодца.

За последнее десятилетие наклонными скважинами на площадке кисловодского минерального источника Нарзан с различных глубин было выведено еще два источника. Таким образом в настоящее время в Кисловодске имеются три минеральных источника: старый Нарзан, доломитный Нарзан, или буровая № 7, и сульфатный Нарзан, или буровая № 8.

После принятия соответствующих мер, согласно указаниям Государственного Геологического контроля, старый Нарзан уже в 1939 г. стал резко восстанавливаться. Кисловодский Нарзан, который являлся одним из самых крупных углекислых источников на земле, с суточ-

ным дебитом минеральной воды более 2 000 000 л и газа более 6000 кг, последние годы значительно изменил свой дебит, минерализацию и газацию.

Наклонные буровые скважины № 7 (доломитный Нарзан) и буровая № 8 (сульфатный Нарзан) расположены своими устьями на расстоянии не больше 80 м от старого Нарзана, а своими забоями заходят под старый Нарзан. Отличия по температуре, минерализации и химическому составу зависят только от глубины вскрытия и захвата горизонта минеральной воды.

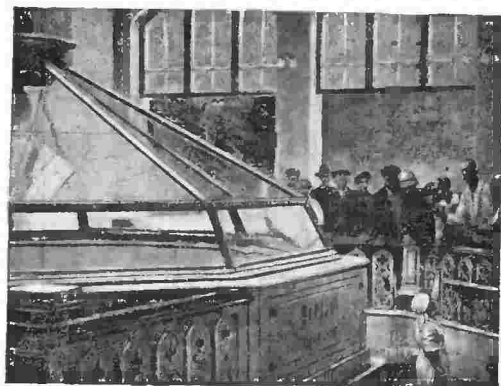
Вода старого Нарзана состоит из целой суммы смешанных вод, по меньшей мере 7 водоносных горизонтов. Вода указанных 7 водоносных горизонтов (различной минерализации) насыщена углекислотой, которая освобождается на небольшой глубине при изменении давления.

Вода верхних пластов пестроцветной толщи отделена от воды доломитовой толщи водоупорными глинами.

Воды доломитовой толщи и наддоломитовых ракушников очень трудно распределять на отдельные горизонты, так как в этой толще происходит весьма сложная циркуляция по различным трещинам [5].

Данные о гидрохимическом составе воды Нарзана приведены нами в сводной табл. 1.

Минеральная вода Нарзана, как видно из анализа,—гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевая. В воде Нарзана содержатся в весовых количествах: стронций, барий, марганец,



Фиг. 4. Кисловодск. Старый Нарзан.

фосфор, иод, аммоний, литий, фтор, бор, цинк, медь и никель. Имеются следы ряда других тяжелых металлов и мышьяка. Минеральная вода Нарзана содержит более 2 г на 1 л свободного углекислого газа.

Доломитный Нарзан (буровая № 7) выведен наклонной буровой скважи-

ной из толщи доломитов и доломитизированных известняков валанжина. Забой буровой заходит под расселину, выводящую старый Нарзан. Так как буровая № 7 вскрывает воды доломитовой толщи, изолированные водоупорными глинами от подмешивания вышележащих горизонтов воды, то вода буровой № 7 почти в два раза более минерализована, чем вода старого Нарзана. В старом Нарзане сухой остаток равен 2,37 г на 1 л, а в доломитном Нарзане—4,16 г на 1 л, температура 16° С. Минеральная вода доломитного Нарзана гидрокарбонатно-хлоридно-натровая.

В воде доломитного Нарзана содержатся те же ингредиенты и углекислый газ, что и в старом Нарзане, но с иным процентным соотношением.

Сульфатный Нарзан (буровая № 8)

выведен наклонной буровой из пестроцветной гипсоносной толщи. Эта № 8 более минерализована, чем доломитный Нарзан, и содержит сухого остатка 4,42 г на 1 л, температура около 17,5° С.

Минеральная вода сульфатного Нарзана отличается от воды старого Нарзана и доломитного пониженным содержанием в ней иона хлора и натрия и увеличенным процентным содержанием иона кальция и сульфатного.

Вода сульфатного Нарзана представляет сульфатную воду, насыщенную углекислым газом, и в отличие от старого и доломитного Нарзана не содержит ни радона, ни радия.

Прежним руководством Бальнеологического института была создана теория, по которой вода Нарзана состоит из одной основной восходящей (поднимающейся) из глубин (докембрийских сланцев) углекислой минеральной струи, несущей громадное количество свобод-

ТАБЛИЦА 1
Химические анализы воды Кисловодских источников

Элементы	Нарзан (анализ 1928 г.)			Нарзан доломитный (анализ 1928 г.)			Буровая скважина № 8 Нарзан сульфатный (анализ 1935 г.)		
	г/л	мг-экв.	% мг-экв.	г/л	мг-экв.	% мг-экв.	г/л	мг-экв.	% мг-экв.
NH ₄	0.0008	0.04	0.1	—	—	—	—	—	—
Li ⁺	0.00005	0.007	—	—	—	—	—	—	—
Na ⁺	0.1181	5.12	16.8	0.267	11.59	20.5	0.1008	4.88	7.3
K ⁺	0.0133	0.34	1.2	0.0213	0.54	1.0	0.021	0.54	0.3
Mg ⁺⁺	0.0846	6.94	22.6	Ca ⁺⁺ 0.650	32.52	57.6	0.7:0	37.43	62.0
Ca ⁺⁺	0.3622	18.10	59.0	Mg ⁺⁺ 0.141	11.58	20.5	0.215	17.69	29.3
Sc ⁺⁺	0.0007	0.016	—	Fe ⁺⁺ 0.007	0.257	0.4	0.008	0.29	0.5
Ba ⁺⁺	0.00003	0.0004	—	—	—	—	—	—	—
Fe ⁺⁺	0.0013	0.04	0.1	—	—	—	—	—	—
Mn ⁺⁺	0.00006	0.002	—	—	—	—	—	—	—
Zn ⁺⁺	0.0001	0.034	0.1	—	—	—	—	—	—
Ni ⁺⁺	0.00001	0.0005	—	—	—	—	—	—	—
Cu ⁺⁺	0.000006	0.0002	—	—	—	—	—	—	—
Pb ⁺⁺	Следы	—	—	—	—	—	—	—	—
Al ⁺⁺	Следы	—	—	—	—	—	—	—	—
Итого . .	0.581256	30.641	100.0	1.0863	56.487	100.0	1.0948	60.34	100.0
Cl ⁻	0.1284	3.62	11.8	0.302	8.53	15.1	0.0416	1.17	1.9
Br ⁻	0.0003	0.004	—	—	—	—	—	—	—
J ⁻	0.00001	0.00008	—	SO ₄ ⁼⁼ 0.640	13.33	23.6	1.298	27.02	44.9
F ⁻	0.00001	0.00008	—	HCO ₃ ⁼ 2.113	34.64	61.3	1.952	31.99	53.1
SO ₄ ⁼⁼	0.4517	9.40	30.8	—	—	—	—	—	—
S ₂ O ₃ ⁼⁼	—	—	—	—	—	—	—	—	—
HPO ₄ ⁼⁼	0.00016	0.003	—	—	—	—	—	—	—
HAsO ₄ ⁼⁼	Следы	—	—	—	—	—	—	—	—
HCO ₃ ⁼	1.0738	17.60	57.4	—	—	—	—	—	—
HS ⁻	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Итого . .	1.65448	30.6	100.0	3.055	56.50	100.0	3.2916	60.18	100.0

ного углекислого газа и смешения их с пластовыми водами. Т. о. минеральная вода Кисловодского района считается сосредоточенной в одной точке, которая бесконечно и разбуривалась наклонными буровыми скважинами [5,7].

Отличие минеральной воды наклонной буровой № 8 (сульфатного Нарзана) от воды старого и доломитного Нарзана, отсутствие в ней радия и радона пытались объяснить тем, что вода сульфатного Нарзана „захвачена в пестроцветной гипсоносной толще, несколько в стороне от трещины, по которой поднимается из глубины основная струя углекислой минеральной воды“, которая поэтому якобы и не участвует в формировании сульфатного Нарзана. Из более глуболежащих пород — из докембрийских сланцев — допускалось поступление лишь свободного углекислого газа [7].

Наличие же в воде старого и доломитного Нарзана радия и радона объяснялось наличием предполагаемой якобы гранитной интрузии, залегающей в докембрийских образованиях под старым Нарзаном.

Отличие химического состава воды в наклонной буровой № 8 и отсутствие в ней радия и радона наводило на мысль группу молодых гидрогеологов Бальнеологического института пересмотреть выдвинутые еще тридцать лет тому назад старые теории и перейти от „изучения точки“ к изучению площадному, районному.

На самом деле, ведь буровая № 8 также своим забоем подведена под гипотетическую вертикальную расселину старого Нарзана, выводящую из докембрийских сланцев минеральную составляющую и углекислый газ, и из гипотетической гранитной интрузии докембрийских образований — радий и радон. Следовательно, вода буровой № 8 должна была также содержать эти ингредиенты. Однако, как мы видели выше, вода ее отличная и содержит из всего комплекса только углекислый газ. Это и навело на мысль о несостоятельности старой теории и о пересмотре ее, вынудило отказаться от „точки“ и допустить трещинное, а вместе с тем и площадное распространение воды типа старого Нарзана. Вместе с тем в свете новых данных гидрогеологии, согласно указаниям Гос. Геологического контроля, отказались от разбуривания (практиковавшегося в течение тридцати лет) одной точки — площадки Нарзана, и направили поиски на изучение гидрогеологических структур Кисловодска и окрестностей для выведения на поверхность новых источников минеральной воды.

Первые шаги, сделанные новым руководством Бальнеологического института, уже дали положительные результаты, и на Березовке в 1939 г. выведен источник типа Нарзана с дебитом 1 200 000 л в сутки.

Если еще и трудно утверждать с уверенностью о „происхождении углекислой минеральной воды старого

Нарзана, все же достаточно ясно, что она формируется не в точке каптажа и выхода Нарзана на поверхность, а где-то совершенно в другом месте. Может быть, место это отстоит на значительное расстояние от точки выхода Нарзана, и уже по осадочным породам, лежащим выше докембрия, минеральная вода с растворенной в ней углекислотой подходит по валанжинским доломитам к нарзанной площадке.

При этом место генезиса углекислого газа, возможно связанного с глубинными процессами, совсем не обязательно должно располагаться в самой точке выхода Нарзана. Вода может обогащаться растворенным углекислым газом, поступающим по трещинам из глуболежащих докембрийских сланцев. Ведь вода буровой № 8, отличная по химизму от старого и доломитного Нарзана, все же насыщена углекислым газом. При такой постановке вопроса вовсе не обязательно существование в непосредственной близости к старому Нарзану гипотетической гранитной интрузии, залегающей якобы в докембрийских образованиях [6].

Поиски и разведка минеральных вод за последние два года в Кисловодском районе работами группы геологов и гидрогеологов Бальнеологического института, Геологического управления и Академии Наук уже опрокинули старые теории и вывели исследования минеральных вод на новый путь.

Первые достижения на новом пути уже налицо, и в ближайшем будущем минеральная вода типа кисловодского Нарзана должна умножиться во много раз. Уже получены сведения, что Центральным бальнеологическим институтом выведен новый нарзан на Новой Березовке, в 15 км от Кисловодска. Вода типа нарзана оказалась вместе с тем и радиоактивной. Дебит источника больше 1 млн. л воды в сутки.

Перед Кисловодском открываются большие перспективы. В окрестностях Кисловодска имеются районы, где есть полное геологическое основание заложить буровые разведочные скважины на поиски новых нарзанов; таковы Аликановка, Буденновка и др.

6. Эссентукские минеральные источники

Наравне с кисловодским Нарзаном эссентукская минеральная вода поль-

зуется широкой известностью во всем нашем Союзе как обладающая исключительными лечебными свойствами. Эссентукская минеральная вода на месте употребляется как лечебная и питьевая, так и для ванн, а по всему Союзу развозится как лечебная и столовая. В Эссентуках, из



Фиг. 5. Эссентуки. Бювет источника № 20.

„малых вод“ еще в начале нашего столетия, были после Великой Октябрьской социалистической революции получены „большие воды“, и в общем ресурсы минеральной воды увеличены во много раз. В Эссентуках за последние два года выявлен ряд новых площадей, что сильно расширило гидро-геологические возможности.

Особой популярностью пользуется эссентукская углекисло-гидрокарбонатно-хлоридная натровая вода. Как питьевая широко известна вода сульфатно-натриево-магниевая с слабым содержанием углекислого газа, так называемая № 20.

Слабо-серио-водородная сульфатно-гидрокарбонатная щелочно-земельная

вода Гаазо-Пономаревского источника употребляется только для ванн.

Все эти источники выходят из залегающей под наносами эссентукской свиты нижнего палеогена. Полого падающие на северо-северо-восток слои эссентукской свиты разбиты трещинами северо-северо-восточного простирания с вертикальным или крутым падением на юго-восток.

Геологический разрез в Эссентуках изучен до аптских песчаников. На основании отсутствия сульфатов в соляно-щелочной воде местные геологи предполагают, что и в Эссентуках отсутствуют юрские отложения, а также гипсоносные отложения, вскрытые буровыми в Кисловодске под валанжином, а возможно и доломитовая толща валанжина. Есть предположение, что в Эссентуках непосредственно на древние метаморфические сланцы и массивно-кристаллические породы налагается неполная свита меловых отложений.

Повышенная температура вод новых буровых и отсутствие сульфатов в эссентукских водах дали основание некоторым местным работникам предполагать наличие под районом Эссентуков мощной интрузии молодых изверженных пород („неудавшегося лакколита“), которая и замещает гипсоносную толщу, по которой в Кисловодске циркулируют сульфатные воды [3,5].

Соляно-щелочные воды Эссентуков выведены буровыми скважинами с различной глубины из эссентукской мергельной свиты. Процентное соотношение различных катионов и анионов эссентукских соляно-щелочных вод одинаково, и воды отличаются только степенью минерализации, которая колеблется от 1 до 12 г на 1 л (табл. 2).

В 1935 г. двумя глубокими буровыми скважинами Северо-Кавказским геологическим управлением были выведены соляно-щелочные углекислые воды громадного дебита, с общей минерализацией более 4 г на 1 л, из нижнесенонских известняков — так называемые „эссентукские нарзаны“.

Генезис углекисло-соляно-щелочной воды Эссентуков также еще мало изучен. И для Эссентуков утвердилась вредная гипотеза, что соляно-щелочная углекислая вода поднимается из земных глубин, ниже верхнемеловых известняков, вместе с углекислым газом якобы в одной точке. Эта основная сильно „минерализованная вода“ разбавляется в толще сенонских и туронских известняков пресными и слабоминерализованными водами. Исходя из такого положения, в течение долгих лет все буровые работы на минеральную воду были сосредоточены в эссентукском курортном парке, как в „точке“ выхода естественных источников. Гипотеза эта в настоящее время опровергнута с выведением углекисло-соляно-щелочной воды за пределами курортного парка.

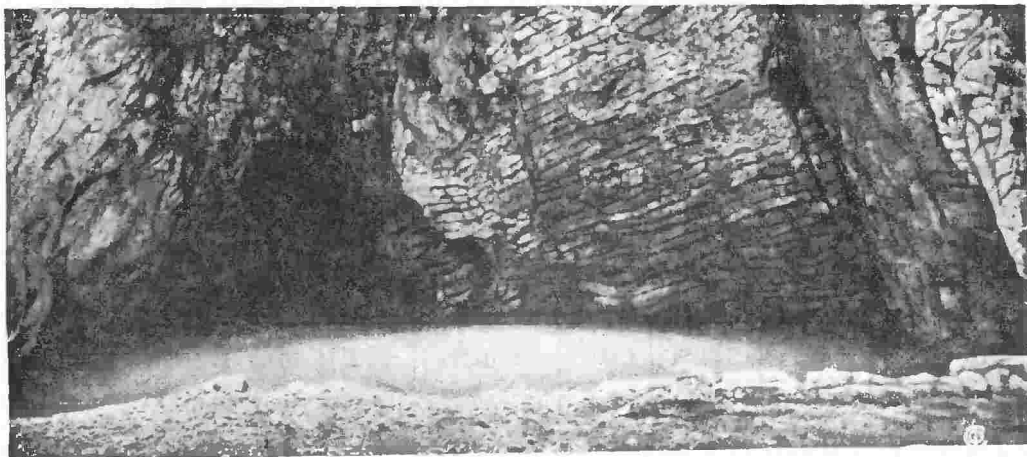
Соляно-щелочная углекислая вода Ессентуков, видимо, представляет трещинные глубинные воды свиты древних метаморфических сланцев, распространенные на широкой территории района Ессентуков.

Минеральная вода источника № 20 представляет сульфатную воду, циркулирующую и минерализующуюся в аллювиальных наносах р. Подкумка и ее притока Бугунты.

Минеральная вода Гаазо-Пономареvского источника представляет

новые типы минеральной воды — углекисло-железистые, радоновые и др. Таким образом в настоящее время в Пятигорске имеются горячие серо-водородно-углекислые, углекислые-теплые и радоновые минеральные воды.

На небольшом участке южного склона горы Машука в Пятигорске выведено буровыми скважинами большое разнообразие минеральных вод различного состава и разных температур.



Фиг. 6. Серное озеро Провал на склоне горы Машук.

серо-водородную соляно-щелочную грунтовую воду аллювиальных наносов долины Кислуши, которая образуется из смешения сульфатной подземной воды типа источника № 20 с соляно-щелочной водой, выходящей по трещинам из ессентукских мергелей, залегающих под наносами. Наличие сероводорода этого источника объясняется биохимическими процессами разложения сернокислых солей.

7. Пятигорские минеральные источники

Минеральные источники Пятигорска были известны ранее других минеральных вод КМВ, и его горячие серо-водородные воды применялись для лечения еще в начале XVIII столетия.

После революции глубокими буровыми в Пятигорске были выведены

Горячие серо-водородные углекислые источника от 46 до 49°C представляют хлоридно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевую воду с общей минерализацией до 5.2 г на 1 л и содержанием углекислого газа больше 1 г на 1 л и свободного сероводорода до 10 мг на 1 л [5].

Углекислые теплые воды Пятигорска, выведенные буровыми скважинами на склонах Машука, сходны с водами горячими серо-водородными, но отличаются от горячих серо-водородных меньшей минерализацией, отсутствием серо-водорода и повышенным содержанием свободной углекислоты (табл. 3).

Гора Машук является одним из самых крупных лакколитов группы КМВ. Осадочные породы, приподнятые изверженными массами лакколита, разбиты трещинами и сбросами по различным направлениям.

Магматическое ядро Машука не вскрыто эрозионными процессами.

Верхнемеловые известняки, залегающие в районе Пятигорска на значительной глубине, лакколитом приподняты и образуют верхнюю часть Машука. Подножие Машука образуют третичные сланцеватые мергели и глины, делювий и мощные травертины. Область питания пятигорских минеральных источников расположена к юго-западу от Пятигорска, где

подземные воды должны обогащаться эманацией радия и обращаться в радоновые воды. Таков, видимо, генезис и радоновых вод Пятигорска, выходящих из наносов террасы р. Подкумка, к югу от горы Горячей.

В настоящее время в Пятигорске выведено на дневную поверхность земли до 700 тыс. л радоновой минеральной воды, содержащей в среднем 40—50 и в отдельных случаях до 800 единиц Махе эманации радия на

ТАБЛИЦА 2
Химические анализы воды источников Ессентуки (по данным 1938 г.)

Элементы	Источник № 17			Источник № 20			Газзо-Пономаревск. источник		
	г/л	мг-экв.	% мг-экв.	г/л	мг-экв.	% мг-экв.	г/л	мг-экв.	% мг-экв.
Li ⁺	0.001	0.16	0.1	—	—	—	—	—	—
K ⁺	0.010	0.26	0.1	0.005	0.12	0.3	0.006	0.16	0.3
Na ⁺	3.436	149.09	90.5	0.421	18.27	48.0	0.743	32.22	54.2
Ca ⁺⁺	0.157	7.86	4.7	0.223	11.12	29.2	0.316	15.82	26.6
Sr ⁺⁺	0.001	0.02	—	Mg ⁺⁺ 0.104	8.52	22.4	0.137	11.26	18.9
Ba ⁺⁺	0.003	0.04	—	Fe ⁺⁺ 0.0002	0.006	—	—	—	—
Mg ⁺⁺	0.084	6.94	4.2	—	—	—	—	—	—
Fe ⁺⁺	0.007	0.25	0.1	—	—	—	—	—	—
Итого	3.699	164.64	100.0	0.7532	38.06	100.0	1.202	59.46	100.0
Cl ⁻	2.347	66.20	40.3	0.196	5.52	14.5	0.335	9.46	15.8
Br ⁻	0.005	0.07	—	SO ₄ ⁼⁼ 1.221	26.43	66.7	1.574	32.76	54.9
J ⁻	0.0014	0.01	—	HCO ₃ ⁼⁼ 0.439	7.19	18.8	1.067	17.49	29.3
SO ₄ ⁼⁼	—	—	—	HS ⁻ —	—	—	Следы	—	—
HCO ₃ ⁼⁼	5.994	98.26	59.7	—	—	—	—	—	—
Итого	8.3474	164.54	100.0	1.856	38.15	100.0	2.976	59.71	100.0
H ₂ SiO ₃	0.019	—	—	0.019	—	—	0.016	—	—
Всего	12.0354	—	—	2.6282	—	—	4.194	—	—
CO ₂ свобод- ной	1.647	—	—	2.38	—	—	0.39 0.0016	—	—

Гидрохимич. лаборатория Бальнеологич. инст.

верхнемеловые известняки выходят на земную поверхность [2,3,5].

Горячие углекисло-серо-водородные воды Пятигорска содержат повышенное количество растворенного радия, но почти не содержат эманации радия. Из минеральной воды при образовании осадков происходит выпадение радия, которое усиливается при осаждении железисто-известковых и марганцевых соединений. При циркуляции по подобным осадкам

литр воды. Наличие мощных радоновых вод открывает перед Пятигорском огромные перспективы для развития мощного радиоактивного курорта [1].

К сожалению, мощные радоновые воды Пятигорска в настоящее время еще мало используются, и большая часть ценной для лечебных целей радоновой воды выливается без употребления в р. Подкумок.

В III пятилетке запроектировано

создание в Пятигорске радиолечебницы всесоюзного значения.

8. Минеральные источники Железноводска.

Углекислые термальные минеральные воды Железноводска выведены на склонах горы Железной, представляющей собой лакколлит. В верхней части горы, среди лесной зелени, местами обнажаются биотитовые трахипариты. По склонам нижней части

породах, а в других — на делювиальных образованиях.

В одних источниках на склонах горы Железной вода выведена из трахипаритов, в других — из коренных осадочных пород, а в третьих — из делювиальных отложений.

Все многочисленные источники Железноводска, отличаясь друг от друга по температуре и по радиоактивности, по своему химическому составу однотипны и характеризуются

ТАБЛИЦА 3
Химические анализы воды Пятигорских источников

Элементы	Александров-Ермаковский (1916 г.)			Нарзан теплый (1926 г.)			Радиоактивный источник № 2		
	г/л	мг-экв.	% мг-экв.	г/л	мг-экв.	% мг-экв.	г/л	мг-экв.	% мг-экв.
NH ₄	0.001	0.08	0.1	—	—	—	—	—	—
Li ⁺	0.0002	0.02	0.01	—	—	—	—	—	—
K ⁺	0.060	1.54	2.1	0.067	1.71	2.4	0.060	1.54	3.0
Ca ⁺⁺	1.021	44.32	Na ⁺ 60.3	Na ⁺ 0.958	41.55	58.5	0.676	29.33	37.0
Sc ⁺⁺	0.445	22.25	Ca ⁺⁺ 30.3	Ca ⁺⁺ 0.452	22.59	31.8	0.301	15.07	29.7
Sr ⁺⁺	0.004	0.10	Mg ⁺⁺ 0.1	Mg ⁺⁺ 0.061	4.98	7.0	0.058	4.78	9.4
Ba ⁺⁺	0.000002	—	—	Fe ⁺⁺ 0.004	0.15	0.2	0.0003	0.011	0.02
Mg ⁺⁺	0.063	5.18	7.1	—	—	—	—	—	—
Fe ⁺⁺	0.0002	0.01	—	—	—	—	—	—	—
Mn ⁺⁺	0.00018	—	—	—	—	—	—	—	—
Zn ⁺⁺	0.00007	—	—	—	—	—	—	—	—
Pb ⁺⁺	0.00001	—	—	—	—	—	—	—	—
Итого	1.594662	73.5	100.0	1.542	70.99	100.0	1.0953	50.73	100
Cl ⁻	1.056	29.79	40.5	0.962	27.13	88.4	0.759	21.43	42.4
Br ⁻	0.005	0.06	0.1	0.0047	0.058	0.1	0.0034	0.04	0.08
J ⁻	0.0002	—	—	SO ₄ ²⁻ 0.817	17.02	24.1	0.667	13.89	27.5
F ⁻	0.0002	0.01	—	HCO ₃ ⁻ 1.606	—	—	—	—	—
SO ₄ ²⁻	0.823	17.13	23.3	—	26.33	37.4	0.922	15.12	29.9
S ₂ O ₃ ²⁻	0.001	0.02	—	—	—	—	—	—	—
HPO ₄ ²⁻	0.00009	—	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ BO ₃ ⁻	0.00002	—	—	—	—	—	—	—	—
HCO ₃ ⁻	0.614	26.46	36.1	—	—	—	—	—	—
HS ⁻	0.0002	—	—	—	—	—	—	—	—
Итого	3.49971	73.57	100.0	3.3897	70.99	100.0	2.3514	50.73	100

Гидрохимич. лаборатория Бальнеологич. инст.

обнажаются глины, глинистые сланцы и мергели палеоценового и эоценового возраста с небольшими останками верхнесенонских мергелей. Нижняя часть горы и ее подошва покрыты мощным плащом делювия. В разных местах на склонах горы Железной расположены травертиновые поля, в одних местах залегающие непосредственно на коренных

обильным содержанием свободной углекислоты, железа до 5 мг на 1 л и общей минерализацией более 3 г на 1 л [5, 8].

Минеральная вода источников Железноводска принадлежит к типу углекисло-гидрокарбонатно-щелочно-земельной. Вода Железноводска содержит в весовых количествах фтор, барий, мышьяк, литий и др.

Железноводские источники сильно отличаются друг от друга по содержанию в них радиоактивных элементов. Содержание радия колеблется от $210 \cdot 10^{-12}$ г на 1 л до $1.01 \cdot 10^{-12}$ г на 1 л воды.

Наибольшей популярностью из всех минеральных источников Железноводска пользуется Славяновский источник. Горячая вода источника (температура до 55°C) перехвачена наклонной буровой скважиной проф. Н. Н. Славяновым в меловых отложениях и выведена на дневную поверхность. Славяновский источник — самый горячий из всех источников КМВ. Радиоактивных элементов вода Славяновского источника содержит до $210 \cdot 12^{-12}$ г на 1 л воды. Это — и самый радиоактивный источник из всей группы КМВ. Минеральная вода Славяновского источника по всему Советскому Союзу развозится как столовая вода.

Генезис термальных минеральных источников Железноводска, как и Пятигорска, тесно связан с геологией лакколитов (табл. 4).

ТАБЛИЦА 4

Химические анализы воды источников Железноводска

Славяновский источник, XI 1917 г.				
Элементы	Мг/л	Милли-молек.	Милли-эквив.	%
Катионы				
K ⁺	36.40	0.93	0.93	1.94
Na ⁺	636.90	27.69	27.69	57.63
Mg ⁺⁺	50.20	2.06	4.12	8.57
Ca ⁺⁺	303.50	7.57	15.15	31.53
Fe ⁺⁺	4.67	0.08	0.16	0.33
S ₁	1031.67	38.33	48.05	100.00
Анионы				
Cl ⁻	289.80	8.17	8.17	17.00
SO ⁴⁻	861.10	8.96	17.92	37.29
HCO ₃ ⁻	1317.00	21.59	21.59	44.93
S ₂	2467.90	38.72	47.68	99.22
S ₁ +S ₂	3499.57			

Исходный анализ (в г/л)

Сух. остаток—2.8850. K⁺—0.0364. Na⁺—0.6369. Ca⁺⁺—0.3035. Mg⁺⁺—0.0502. Fe⁺⁺—0.00467. Cl⁻—

0.2898. SO⁴⁻—0.8611. H₂SiO₃—0.0589. HCO₃⁻—1.3170. CO₂ (своб.)—0.9393.

Недиссоц. соед. H₂SiO₃ — $\frac{58.90}{58.90}$;

S₁ + S₂ + S₃ — 3558.47; сух. ост. — 2885.00
раств. газы CO₂ — 939.30

Гидрохимич. лаборатория
Бальнеологич. инст.

9. Основные выводы

Выше мы кратко остановились на тех геологических наслоениях, в которых происходит формирование вод минеральных источников района КМВ.

Химический состав минеральных вод отражает не только состав тех горных пород, в которых они залегают в настоящее время и по которым эти воды циркулируют, но также и тех горных пород, в которых они или примешивающиеся к ним воды циркулировали и прежде при горизонтальном и вертикальном перемещении. На воду определенного региона могут влиять глубинная минерализация, газовый состав и соответствующие геологические структуры. Сложность условий, влияющих на формирование и химический состав воды, приводит к тому, что в одних случаях вода одного и того же типа залегает в различных породах, в других — различные по составу воды залегают в одних и тех же горных породах [9].

Для познания генезиса КМВ необходимо разрешить проблему геохимической взаимной связи системы „вода — газ — горная порода“. Для решения гидрогеологической проблемы КМВ прежде всего необходимо разобраться в той сложной геологической обстановке, в которой протекает формирование вод минеральных источников КМВ.

С разрешением гидрогеологической проблемы будет создана мощная база для дальнейшего широкого развития курортного строительства КМВ и для промышленного использования их минеральных вод, их газового состава и металлического радия.

Литература

- [1] Аздецкий В. А. Радиоактивные источники Пятигорска. Ворошиловск, 1938.
- [2] Герасимов А. П. Лакколиты Пятигорья и восточный склон Бештау. Экскурсии по Кавказу XVIII геолог. конгресса. Л., 1937.
- [3] Герасимов А. П. Геологическое строение Минераловодского района. Труды ЦНИГРИ, вып. 30, Л. — М. 1935.
- [4] Дзенс-Литовский А. И. и Толстихин Н. И. Природные минеральные воды СССР. Природа, № 8, 1937.
- [5] Курорты Кавказских минеральных вод. Экскурсии по Кавказу Международного XVII геологического конгресса. ОНТИ, Лгр., 1937.
- [6] Мордвилко Т. А. К стратиграфии нижнемеловых отложений в Кисловодском районе. Зап. Всеросс. Минерал. общ., вып. 1, 1939.
- [7] Природные богатства Северо-Кавказского края. М. — Пятигорск, 1935.
- [8] Славянов Н. Н. Геологическая разведка в Железноводске зимой 1916/17 г. и ее результаты. Кавк. курорты, № 12, 1917.
- [9] Толстихин Н. И., Дзенс-Литовский А. И., Скробов А. А. Гидрогеологические провинции природных минеральных вод СССР. Известия Гос. Геогр. общ., № 6, 1938.
- [10] Овчинников А. М. Геологические структуры районов минеральных вод. Первый Всесоюз. Гидрогеологич. съезд. Сборник V 1934.
- [11] Ферсман А. Е. Новые данные по геохимии Северного Кавказа. Природа, № 2, 1930.
- [12] Шинкаренко А. Л. К вопросу о причинах загрязнения Кисловодского каптажного Нарзана. Тр. Гос. Центр. бальн. инст., т. XVIII, 1938.
-