Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени Горного института, том XXVI, вып. II, 1952 г.

ОБ УГЛЕКИСЛЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОДАХ В КРЫМУ

Проф. Н. И. Толстихин, канд. геол. наук. С. В. Альбов

Впервые на углекислые минеральные воды в окрестностях Бахчисарая в Крыму в 1916—1917 гг. проводили изыскания акад. В. А. Обручев и гидрогеолог Таврического земства Педдакас. К сожалению, работы эти не были доведены до конца, а статья В. А. Обручева „Минеральный источник Бурун-Кая близ Бахчисарая, как будущий „Крымский курорт" осталась без внимания [1].

Между тем, акад. В. А. Обручеву принадлежит первенство установления углекислых минеральных вод в Крыму. По его данным указанный минеральный источник приурочен к тектоническим трещинам северо-восточного простирания, пересекающим верхне-меловые белые мергели.

Отсылая читателя к статье, приведем из нее некоторые, наиболее важные для нашей темы данные. В. А. Обручев пишет, что источник Бурун-Кая не пересыхает даже в самые засушливые годы „...когда он выручал все окрестное население" водою, ибо другие источники поблизости, питавшиеся за счет грунтовых вод, пересыхали.

Минеральная вода в разведочной канаве изливалась мощными струями из трех трещин „...в виде неправильных, уходящих вглубь каналов с гладкими стенками". „По температуре, вкусу (разрядка наша — *С. А.* и *Н. Т.*) и содержанию углекислоты, — пишет автор на стр. 2, — вода тождественна с вытекавшей ранее из колодца доктора Галая". Проба воды доктором Галая была взята 15 октября 1915 г. в небольшой головке вблизи колодца. Анализ был выполнен в Москве и показал, что по составу вода — бикарбонатно-кальциевая с суммой растворенных веществ 0,392 *г/л* и содержанием свободной углекислоты 0,1149 *г/л*.

Вторая проба воды была взята В. А. Обручевым „...25 марта 1916 г. непосредственно из железной (оцинкованной) водосточной трубы, вставленной в дно каптажного колодца и изолировавшей воду, поднимающуюся с глубины с напором, от воды, покрывавшей это дно". Вода, поднимаясь в этой трубе, достигала высоты 20 *см* над поверхностью воды в колодце и переливалась через край. Анализ был произведен в химико-бактериологической лаборатории доктора Блюменталя в Москве и дал следующие результаты: „Вода бесцветна, без запаха, прозрачна, вкус приятный, мягкий." Бактериологические исследования

[1] Обручев В. А., Курортное дело, 1924, № 4—5, стр. 3—15.

на присутствие брюшнотифозной, паратифозной, дизентерийной, обы кишечной бактерий и холерного вибриона дали отрицательн результат. „Реакция воды щелочная".

Анализ воды источника Бурун-Кая по В. А. Обручеву, 1924 г.

Ионы	*г/л*	экв.	%
$Ca^{··}$	0,1100	4,780	88,0
$Mg^{··}$	0,0058	0,477	8,7
$Fe^{··}$	0,00088	—	—
$K^{·}$	0,0016	0,041	0,9
$Na^{·}$	0,0030	0,131	2,4
	0,1213	5,429	100,0
Cl'	0,0123	0,346	7,3
SO_4''	0,0249	0,519	10,9
NO_3'	0,0013	0,021	0,5
HCO_3'	0,2342	3,845	81,3
	0,39398	4,731	100,0
Свободной CO_2	0,1655		

По заключению лаборатории „ . . . исследованная вода по своем химическому составу может быть отнесена к разряду известковых отличается большим содержанием свободной углекислоты".

Между датой отбора минеральной воды и датой протокола истекл 19 дней. Вполне допустимо, что с момента отбора пробы до момент определения в воде свободной углекислоты значительная часть газ могла удалиться. Поэтому цифра 0,1655 свободной углекислоты является несомненно заниженной.

Описывая условия выхода воды в колодце, В. А. Обручев отме чает следующие важные для нас особенности. „Выделение углекис лоты в колодце замечалось в виде пузырей, поднимавшихся со дн в разных его местах в довольно большом количестве. Кроме того при подогревании воды, налитой в ванну, до 25—27° замечалос обильное выделение пузырьков, и рука, погруженная в ванну, покры валась ими, в особенности на волосатых частях кожи . . . Ниж колодца по долине Хору в двух местах в ямах на дне выходил вода, имевшая такой же вкус, как и минеральная" (разрядк наша — *С. А.* и *Н. Т.*). Нет сомнения в том, что В. А. Обручев посетивший в течение своих многолетних исследований в Забайкалье многие углекислые источники, проводивший разве дочные работы на Ямаровском углекислом минеральном источнике и давший обстоятельное описание минеральных углекислых вод в своем классическом труде „Селенгинская Даурия"[1], ошибиться не мог. Об этом свидетельствуют и данные определения свободной CO_2. К сожалению, намеченный автором каптаж (на 1917 г.) не был осуществлен. В заключение автор пишет: „Имение бывшее Отрадное по

[1] Им описано только в этой работе 37 минеральных источников, из них большинство углекислых [6].

своему положению среди гор, защищающих его от холодных ветров, по близости к железной дороге, по характеру окрестностей, удалению от моря и наличности минерального источника, повидимому, пригодно для устройства курорта или санатория, могущих функционировать круглый год, и для организации экспорта хорошей столовой воды" (стр. 14). Это заключение, безусловно, не утратило своей силы и в наши дни. Наоборот, расцвет курортного строительства в Крыму требует, чтобы на источнике Бурун-Кая были проведены ответственные гидрогеологические изыскания опытным гидрогеологом, чтобы в результате этих работ мысль В. А. Обручева о курорте или санатории получила свое реальное воплощение.

Приведенные выше данные из работы В. А. Обручева ясно указывают на наличие углекислого или азотно-углекислого минерального источника Бурун-Кая под Бахчисараем.

Сведения о выходах углекислых и смешанных углекисло-азотных и углекисло-метановых газов в Крыму были приведены в 1935 г. А. Н. Федоровым, А. С. Моисеевым, а позднее В. В. Белоусовым и Л. А. Яроцким (1936 г.). Как свидетельствуют эти работы, почти чистые углекислые струи с содержанием CO_2 свыше 91,0% были указаны для двух источников группы Сеит-Эли по данным анализов лаборатории ЦНИГРИ еще в 1932/33 г. Эти факты также остались неотмеченными гидрогеологами, а состав газовых струй не был увязан с соответствующими анализами воды.

В работах по минеральным водам Крыма С. П. Попова (1930 и 1938 гг.) и М. М. Фомичева (последняя опубликована в 1947 г.) приводятся анализы воды минерального источника Сеит-Эли. Однако этот источник М. М. Фомичевым отнесен к хлоридно-гидрокарбонатно-натриевым, а не к углекислым соляно-щелочным, как об этом свидетельствует следующая формула Курлова[1]:

$$CO_2\,0{,}2088;\quad M9{,}2 - 11{,}1\,\frac{HCO_3 52 - 59Cl\,46 - 38}{(Na \div K)\,88 - 86\,Mg7},$$

$$HBO_2 - 0{,}849 - 0{,}929;\quad Li\ 0{,}0022.$$

Несмотря на значительное содержание свободной углекислоты на этот анализ должного внимания не было обращено. Предубеждение среди крупнейших гидрогеологов Москвы о возможности нахождения углекислых вод в Крыму было настолько велико, что когда С. В. Альбов (в 1949 г.) направил в Лабораторию гидрогеологических проблем для опубликования статью — „К вопросу о нарзане в Крыму", она была возвращена автору, повидимому, как не заслуживающая внимания.

Летом 1950 г. авторы настоящего сообщения посетили некоторые минеральные источники Крыма. Минеральный источник Каялы-Сарт на Керченском полуострове оказался особенно интересным. Он входит в группу источников: Султановского и Сеит-Эли и характеризуется наличием свободно выделяющегося углекислого газа (на диаграмме Δ № 10, 38, 39) в количестве 43—91,6% (рис. 1).

Минеральный источник Каялы-Сарт приурочен к ядру антиклинальной складки, сложенному майкопскими глинами. На крыльях складки выходят средиземноморские слои. В осевой части складки майкопские слои сильно перемяты и часто превращены в глиняную брекчию. К востоку от минерального источника находится грязевая

[1] Формула Курлова приводится по данным анализов работ С. П. Попова и М. М. Фомичева.

сопка Ново-Шепетеевская, описание которой приводится в рабо
В. В. Белоусова и Л. А. Яроцкого [1].

Согласно геологической карте Керченского полуострова, соста
ленной акад. А. Д. Архангельским и др. (1930 г.), вблизи источни
имеется несколько тектонических расколов меридионального напра
ления, секущих средиземноморские слои.

Минеральная вода вытекает непосредственно из четвертичны
отложений на дне балки рядом с сухим руслом, в родниковой ворон

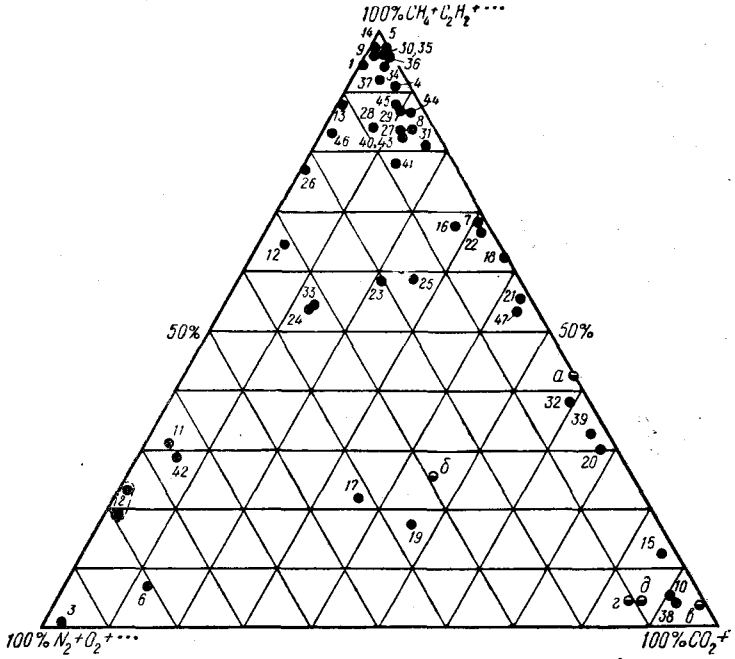


Рис. 1 Диаграмма состава газов Крымского полуострова

Горный Крым. *1*—Бешуйское месторождение углей; *2*—ист. Аджи-су (Таврич. сл.); *3* — ист. Шакир-Бунар, Судак, Керченский п/о; *4* — ст. Владиславовка, оз. Ачи, западный конец Арма-Элинской антиклинали; 5 — оз. Чокрак, Караларские скважины; *6* — Чокракский ист.; *7, 8, 9* — г. Керчь, Бурашская группа грязевых сопок; *10*—Султановка; *11—14*—Джарджавские и Солдатской слободки; *15—20*—Тарханские сопки; *21* — *31*— Булганакские сопки; *32—36*—д. Баксы, Еникальская группа сопок; *37* — ст. Семь колодезей, сопка Джау-Тепе; *38* — *39* — Чокур-Сеит-Эли; *40* — *43* — д. Коп-Кочеген; *44* — д. Чорелек; *45* — Чонгелек; *46* — Борзовка; *47* — ист. Каялы-Сарт; *а* — Таманский п/о; *б, в, г, д* — Ессентукская группа

размерами 3×4 *м*. Диаметр родниковой головки 1,5 *м*. Дебит мал
сотые доли *л/сек*. Источник засорен и забит камнями. Запаха серовод
рода не чувствуется. Заметны довольно обильные (7—10) выделен
газовых струй со дна источника. Вкус воды содовый „кислый", н
поминает воду боржома, постоявшую некоторое время в открыт
сосуде. Метрах в 30 к западу от источника имеется другой вых
такой же минеральной воды. В расстоянии 3—5 *м* от главного исто
ника из земли во многих местах происходит выделение газа.

Население называет этот источник „Кислый содовый ключ"
использует минеральную воду для выпечки хлеба, стирки белья, вод
поя скота, а также для лечения и т. п. Вода минерального источни
вывозится бочками в колхоз „Красная Заря" и в окрестные дерев

По составу свободновыделяющихся газов источник следует отнес
к углекисло-метановым, с примерно близким содержанием метана
углекислого газа.

Отношение $\frac{Ar}{N_2}$ газа $= 0{,}6$ меньше отношения $\frac{Ar}{N_2}$ воздуха $= 1{,}18$. Это свидетельствует о том, что в составе газов имеется азот „избыточный" по отношению к аргону. Возможно, что этот азот биохимический или иной по происхождению. Отношение $\frac{He}{Ar} = 0{,}35$ более высокое, чем для сопочных газов данного района, равное, по В. В. Белоусову и Л. А. Яроцкому, — 0,07 с отклонением 0,04 до 0,10. Оно значительно превышает отношение $\frac{He}{Ar}$ нефтяных газов Керченского полуострова, равное 0,08 по данным тех же авторов, с отклонениями 0,006—0,15. Это отношение свидетельствует о несколько повышенном содержании He по отношению к Ar, что может быть отнесено за счет подтока газа с более значительной глубины. Действительно, „меловые газы", по данным тех же авторов, имеют отношение в среднем 3,05.

Как следует из обзора диаграммы газового состава (рис. 1), чистые углекислые струи встречены в двух случаях (Сеит-Эли, Султановка), смешанные углекислые-метановые значительно чаще, но наиболее широко распространены метановые струи с примесью углекислого газа.

На основании анализов минеральный источник можно отнести к *углекислым хлористо-бикарбонатным натриевым*, иначе говоря соляно-щелочным, с высоким содержанием B, I и повышенным Br. Свободной растворенной углекислоты в минеральной воде 1000 *мг/л*, т. е. в 4 раза больше, чем требуется по нормам.

По составу главных компонентов минеральные источники Сеит-Эли и Каялы-Сарт близки к Ессентукской группе минеральных вод и к водам буровых скважин Нефтегорска (Майкопнефть) (рис. 2).

Приведенные данные заставляют пересмотреть вопрос о происхождении газов Керченского полуострова. О природе газов Керченского полуострова, как и газов грязевых сопок вообще, существуют две точки зрения. Большинство исследователей считает эти газы аналогичными по происхождению газам нефтяных и газовых месторождений, газами биохимического происхождения. Эта точка зрения наиболее обстоятельно была разобрана ее сторонниками В. В. Белоусовым и Л. А. Яроцким [1].

Другой точки зрения о происхождении газов грязевых сопок придерживается в своих работах С. А. Ковалевский (1928, 1935 гг.), который в грязевых вулканах склонен „... видеть одну из частных форм проявления земного вулканизма вообще" и, следовательно, происхождение газов грязевых сопок относит к вулканическому.

Точка зрения С. А. Ковалевского вряд ли может быть принята в целом. Биохимическое происхождение метановых газов Керченского полуострова вряд ли подлежит сомнению. Однако чисто биохимическое происхождение углекислых газов Сеит-Элинской группы, содержащих свыше 90% CO_2, и углекислометановых газов источника Каялы-Сарт и некоторых других (например, Тарханских грязевых сопок, где содержание углекислоты достигает 86%) следует поставить под сомнение. По всей видимости, это струи смешаных газов, причем часть углекислоты и гелия, а может быть и азота, поднимается с больших глубин. По пути следования через третичные отложения происходит обогащение газов метаном и другими углеводородами, азотом и т. п. К. А. Прокопов предполагал, что CO_2 в газах Таманского полуострова глубинного происхождения.

Не менее интересен состав воды Каялы-Сартского минерального источника.

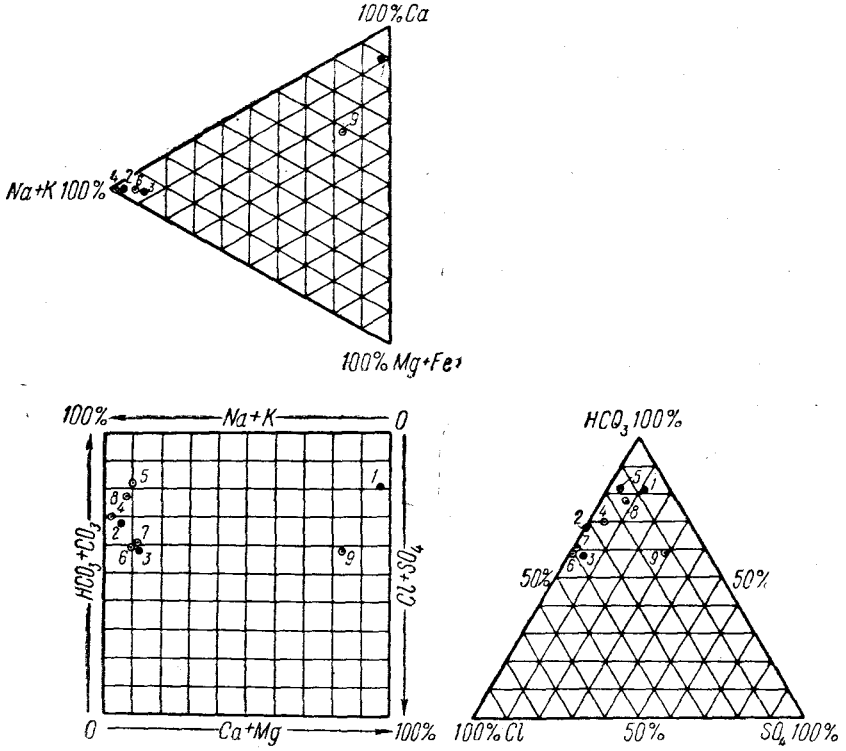


Рис. 2. *1* — Бурун-Кая; *2* — Каялы-Сарт; *3*—Сеит-Эли; *4* — Нефтегорская скважина № 106; *5* — Нефтегорская скважина № 5/42; *6* —Ессентуки № 17; *7* — Ессентуки № 4; *8* — Ессентуки № 1; *9* — Нарзан



А-Складчатая область Горного Крыма, Б-Складчатая область Керченского п-ова. В-Артезианский бассейн Степного Крыма, • Углекислый минеральный источник, × Углекислая струя (?), Поле углекисло-метановых струй

Рис. 3. Схема распространения метаново-углекислых и углекисло-метановых струй

Приводим формулы Курлова этих минеральных источников:

Сеит-Эли — CO_2 0,208 M 9—11 — $\frac{HCO_3\ 52—59\ Cl\ 46—38}{(Na+K)\ 88—86\ (Mg7)} HBO_2$ — — 0,849 — 0,929; Li 0,0022.

Каялы-Сарт — CO_2 1,00 M 10—11 $\frac{HCO_3\ 68—69\ Cl\ 31}{(Na+K)\ 94} HBO_2$ 1,4; I 0,026; Br 0,004.

Ессентуки № 17 — CO_2 1,6 M 12 $\frac{HCO_3\ 60\ Cl\ 40}{Na\ 90}$.

Ессентуки № 4 — CO_2 2,5 M 8,5 $\frac{HCO_3\ 61\ Cl\ 39}{Na+K\ 88}$.

Ессентуки, скв. № 1 (из Cr_1) — CO_2 0,3 M 1,3 $\frac{HCO_3\ 78\ Cl\ 15}{Na\ 92}$.

Нефтегорск, скв. № 5/42 — CO_2 0,8 M 10,3 $\frac{HCO_3\ 83\ Cl\ 15}{Na\ 90}$.

Газ CO_2 42% CH_4 58%.

Нефтегорск, скв. № 106 — CO_2 . . . M 15,1 $\frac{HCO_3\ 71\ Cl\ 25}{Na\ 98}$.

Помимо группы минеральных источников Сеит-Эли, Султановка и Каялы-Сарт, на Керченском полуострове имеется еще несколько полей распространения метаново-углекислых и углекисло-метановых струй, а также, видимо, и минеральных вод; эти поля показаны на карте-схеме (рис. 3).

В гидрогеологической складчатой области горного Крыма, в противоположность складчатой области Керченского полуострова, выходов углекислых минеральных вод до сих пор еще не обнаружено. Тем не менее некоторые косвенные признаки свидетельствуют о вероятном наличии здесь спорадических, может быть очень небольших, месторождений углекислых минеральных вод. К таким признакам относятся следующие.

1. Пещера в 35 *км* к востоку от г. Алушты. Она находится в известняках верхней юры и, по некоторым указаниям, требующим проверки, характерна наличием в ней углекислого газа.

2. Пещера „Бездонный колодец" („Сычев провал") около г. Старый Крым на горе Большой Агармыш. По данным А. Ф. Слудского и А. И. Спасокукоцкого, воздух в ней не поддерживает горения свечи, что, повидимому, обусловлено наличием углекислого газа.

К. К. Фохт установил и последующими работами подтвердил М. В. Муратов, что структура горы Агармыш антиклинальная. Пещера „Бездонный колодец" находится в известняках верхней юры.

3. Во время работ на оползнях (1925—1928 гг.) С. В. Альбовым были обнаружены выходы углекислых (?) газов в шурфах, заложенных в таврических сланцах в Магарараче к востоку от Ялты. К юго-западу от Ялты газ, не поддерживающий горения, губительный для животных, обнаружен в шурфах Ливадии и Ореанде (по В. Ф. Пчелинцеву и А. С. Моисееву). Поскольку газ этот без запаха, можно условно принять его за углекислый.

4. На южном берегу Крыма в окрестностях Ялты в районе Чукуляр — Ливадия П. М. Васильевским было указано С. В. Альбову источник, который газировал довольно сильно, причем газ от спич не загорался.

На основании приведенного фактического материала можно сд лать следующие выводы.

1. Углекислые минеральные источники и углекислые и смеша ные газы Крыма выходят в различной гидрогеологической обстановк

а) Керченская гидрогеологическая складчатая область — источни Сеит-Эли, Каялы-Сарт; б) гидрогеологическая складчатая облас Горного Крыма — окрестности Ялты, некоторые карстовые пещер

в) юго-восточная окраина Крымской части Причерноморского арт зианского бассейна — минеральный источник Бурун-Кая.

Выходы минеральных вод на поверхность свидетельствуют о н личии в недрах месторождений углекислых минеральных вод.

2. На Керченском полуострове мощная толща майкопских гл создала благоприятные условия для накопления под нею газов. О препятствует быстрой дегазации нижней газовой зоны CO_2, приур ченной к мезозою, и способствует образованию на полуострове зн чительных полей углекислых минеральных вод в лежащих под майко скими глинами горизонтах.

Верхняя — метановая зона — в третичных отложениях находит в стадии более значительной дегазации, чем нижняя, что подтве ждается выходами метановых струй во многих местах полуостров

3. Гидрогеологическая складчатая область горного Крыма являет гидрогеологическим продолжением Керченской складчатой области, н резко отличается от нее отсутствием третичного покрова и выходо на поверхность непосредственно мезозоя. Рельеф горный, облас относится к раскрытым, хорошо промываемым структурам, поэтом она в значительной степени освободилась от углекислых газов, встре чаемых здесь весьма редко. Благоприятные в гидрогеологическо отношении условия для накопления газов и минеральных вод отсу ствуют.

4. На окраинах Причерноморского и Приазовского артезианск бассейнов в их крымской части имеются благоприятные условия дл образования месторождений углекислых минеральных вод типа нарза нов и дарасунов в открытой части и иного состава в погружениях

5. Крымская область углекислых минеральных вод является те звеном, которое соединяет углекислые области Кавказа и Карпа в единую цепь.

6. В свете установления в Крымской области углекислых мине ральных вод следует пересмотреть вопрос о вулканизме Крыма.

Наличие в третичных отложениях Крыма и в четвертичны суглинках Присивашья вулканических пеплов и туфов [3] следует вероятно, связать с молодым вулканизмом той части Крыма, котора погрузилась под уровень моря. Это предположение в какой-то сте пени подтверждается находкой В. Ф. Малаховского (1950 г) В отложениях тирренской (карангатской) террасы в средней част побережья Феодосийского залива он обнаружил плотную серую эффу зивную породу порфиритовой структуры (пироксеновый андезит) „Обломок этой эффузивной породы не имеет аналогов среди извер женных пород Крыма". В. Ф. Малаховский говорит: „ . . . это наводи на мысль о существовании в тирренское время какой-то области раз мыва к югу от Феодосийского залива, откуда и мог быть принесе

этот обломок". Кроме того, в пределах современного горного и предгорного Крыма могут быть молодые интрузии, находящиеся на некоторой глубине и не вскрытые эрозией.

7. Открытое С. З. Сайдаковским и подтвержденное Е. С. Буркссром наличие углекислых вод в Хмельниках (верховья р. Ю. Буга), ставит по-новому вопрос об углекислых водах Украины и подкрепляет существование Крымской области углекислых газов.

8. Особое внимание следует обратить на очень большое содержание в углекислых минеральных водах Керченского полуострова бора и на факты эффективного использования этих вод местными жителями в лечебных целях — лечение гноящихся глаз промыванием и быстрое излечивание длительных расстройств желудка приемами этой воды внутрь.

Выходы борных вод на поверхность вообще большая редкость. Очень высокое содержание бора известно, кроме Керченского полуострова, в термальном источнике Джеты-Огуз в Тянь-Шане (1130 *мг/л*) и в источнике Кароби на южном склоне Кавказа (1900 *мг/л*). На Керченском полуострове содержание бора в углекислых источниках от 849 1400 *мг/л*.

По данным акад. А. Е. Ферсмана и М. И. Врублевского [10, 2] при очень высоком содержании бора можно допустить его магматическое происхождение. Бор, как и углекислота, говорят А. Е. Ферсман и М. И. Врублевский, является эманацией магмы. Это положение заставляет опять повторить вопрос о возможном молодом вулканизме в Крыму и о наличии глубоких тектонических трещин.

9. Строительство Северо-Крымского канала, в связи с которым многие земли степного Крыма будут орошены и заселены, превращение Крымского полуострова во всесоюзную здравницу — все это заставляет обратить особое внимание на необходимость организации в Крыму в дополнение к давноизвестным курортам климатического типа курортов бальнеологических.

10. Практическое предложение — организовать специальные поиски Крымских углекислых минеральных вод и разведочные работы на минеральном источнике Бурун-Кая.

Поступило
25 мая 1951 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов В. В. и Яроцкий Л. А., Грязевые сопки Керченско-Таманской области, Труды Гелиегазразведки, 1936, вып. 8.
2. Врублевский М. И., О газах и микроэлементах в минеральных водах южных склонов Большого Кавказа, Вестник Ленинградского университета, 1947, № 10.
3. Заморий П. К., Геология и гидрогеология Сиваша, изд. АН УССР, Труды конференции по проблеме Сиваша, 1940.
4. Малаховский В. Ф., О тирренских отложениях на побережье Феодосийского залива, Доклады АН СССР, 1951.
5. Моисеев А. С., Горный Крым, Природные газы СССР, Гелиегазразведка, НКТП, 1935.
6. Обручев В. А., Орографический и геологический очерк юго-западного Забайкалья (Селенгинской Даурии), ч. I, Спб, 1914.
7. Обручев В. А., Минеральный источник Бурун-Кая, близ Бахчисарая, как будущий Крымский курорт, Курортное дело, 1924, № 4—5.
8. Попов С. П., Минералогия Крыма, изд. АН СССР, 1938.
9. Федоров А. П., Керченский полуостров, Природные газы СССР, Гелиегазразведка, НКТП, 1935.
10. Ферсман А. Е., Геохимия, т. II, ОНТИ, 1934.
11. Ферсман А. Е., Ископаемые богатства Крыма, Природа, 1944, № 4.
12. Фомичев М. М., Основные типы, области распространения и перспективы использования минеральных вод Крыма, Вопросы курортологии, 1941, № 3—4.