

317

Многоуважаемому  
Академику Николаеву  
Мазаровичу

С. С. С. Р.

№ 389 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВСНХ № 389

Труды Института Строительных Материалов Минерального  
Происхождения (б. Института Силикатов). Выпуск 34

А. С. Соколов

Д. В. СОКОЛОВ, О. С. ВИНОГРАДОВА и Г. А. ЭЛЬКИНД

О НЕКОТОРЫХ НОВЫХ ФАКТОРАХ  
ВЫВЕТРИВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Д. В. СОКОЛОВ и А. Ф. ФИОЛЕТОВА

НОВЫЕ ДАННЫЕ О КИСЛЫХ  
ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОДАХ  
КАРАДАГА В КРЫМУ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА — 1930

## Новые данные о кислых вулканических породах Карадага в Крыму.

*Д. В. Соколов и А. Ф. Фиолетова.*

В 1926 г. один из авторов этой статьи опубликовал работу<sup>1)</sup>, посвященную выяснению геологических условий залегания той замечательной горной породы, которая, под именем «трасса», ныне, повидимому, завоевала себе прочное положение в нашей промышленности вяжущих веществ.

Пользуясь результатами собственных геологических исследований, выполняемых в Крыму по поручению Геологического Комитета, автор показал, что трассы, значение которых, как прекрасных гидравлических добавок, было уже установлено трудами профессоров А. А. Байкова, С. И. Дружинина и В. И. Черномского<sup>2)</sup>, связаны с кислыми вулканическими породами типа липаритов и вместе с ними слагают восточный склон, вершину и верхнюю часть западного склона главной возвышенности Карадагской горной группы—Святой горы.

Разности, обнаружившие пуццоланические свойства, занимают большую часть указанного пространства, насколько об этом можно судить, обследуя высокую (575 м над уровнем моря), крутую, покрытую густым кустарником и лесом и не везде доступную гору. Они представляют собой очень плотные, твердые, звонкие при ударе породы. Окраска их, при решительном преобладании зеленоватых тонов, в подробностях довольно изменчива и дает разнообразные переходы от бледной, беловато-зеленой до яркой, темно-зеленой, с одной стороны, и до серовато-голубой, с другой, при чем различно окрашенные участки часто чередуются друг с другом и не обнаруживают какой-либо правильности в распределении. Структура этих пород также неоднородна и наряду с равномерно- и мелкозернистыми разностями встречаются и другие, имеющие вид своеобразной брекчии, в которой неправильно-угловатые, светлые, даже белые кусочки заключены

<sup>1)</sup> Д. В. Соколов. О трассах Карадага в Крыму.—Труды Гос. Эксп. Ин-та Силикатов. Вып. 22. 1926.

<sup>2)</sup> С. И. Дружинин. Русские трассы.—Вестн. силик. пром. 1922. № 3—4.

В. И. Черномский. Исследование вулканических туфов (пуццолан) горы Карадаг на Крымском полуострове.—Матер. для изуч. естеств. производ. сил России. № 48. Каменные строительные материалы. Сборник II. 1924 г.

в более темную, зеленую, однородную массу<sup>3)</sup>). Наконец, нередко попадаются в них сильно окремненные участки в форме всевозможных пятен и полос, окрашенных обычно в сероватые тона.

Липариты имеют иной облик и легко отличимы от трассов<sup>4)</sup>. Это — плотные, твердые и звонкие породы, но окраска их белая, при чем в основной белой массе часто наблюдаются охристо-желтые, различной интенсивности окраски прожилки, разводы и полосы; также бывают окрашены и плоскости трещиноватости, а иногда охристая железистая окраска распространяется на сплошные, более или менее крупные участки породы. Липариты, как и трассы, образованы из равномерных и мелких зерен, но брекчиевидных разностей у них не замечается и, возможно, что подобные разности являют уже переход от них к трассам, окремненные же участки свойственны в высокой степени и липаритам.

Разграничить области распространения липаритов и трассов довольно затруднительно, и если изучение естественных обнажений позволяет утверждать, что первые слагают, преимущественно, меньшую, южную и юго-восточную часть Святой горы, а вторые — большую, северную и северо-восточную<sup>5)</sup>, то в силу отмеченных выше неблагоприятных местных условий точно оконтурить те и другие, без производства специальных разведочных работ, не представляется возможным, и нет уверенности в том, что в пределах области распространения одной породы не окажутся более или менее крупные участки другой.

Уже одним этим обуславливается трудность определения запасов трасса; но она усугубляется еще сложностью геологического строения местности, не исключающей возможности крупных тектонических перемещений всего массива Святой горы. С другой стороны, тесная топографическая и генетическая связь липаритов с трассами заставляла желать, как это и было отмечено Д. В. Соколовым<sup>6)</sup>, чтобы исследования и разведки были распространены на всю липаритово-трассовую группу пород Святой горы. Между тем, липаритам в этом отношении пока решительно не везло, и вся литература, посвященная пуццоланическим свойствам карадагских пород, можно сказать, совсем не касается липаритов.

Предлагаемая статья пытается до некоторой степени восполнить этот пробел, при чем геологическая часть ее и общие соображения и

<sup>3)</sup> П. Н. Чирвинский. (Изверженные горные породы, вулканические брекчии и туфы Карадага в Крыму.—Известия Алексеевск. Политехн. Ин-та. Т. V, отд. II. 1916) указал, что подобные породы следует считать стекловатыми лавами, частью или вполне застывшими, а затем раздробленными и вновь цементированными лавами того же или близкого состава.

<sup>4)</sup> Применение термина „трассы“ к карадагским зеленым породам вызывает некоторые сомнения, но мы все же пользуемся им, как уже вошедшим в обиход специальной литературы.

<sup>5)</sup> См. карту, приложенную к цитированной работе Д. В. Соколова. Западная часть Святой горы образована породами иного возраста, сложения и состава.

<sup>6)</sup> Л. с., стр. 17, 18.

выводы принадлежат Д. В. Соколову, а химико-аналитическая работа и подбор литературных данных выполнены А. Ф. Фиолетовой.

Общая географическая, морфологическая и геологическая характеристика Карадагской горной группы изложена с достаточной полнотой в цитированной статье Д. В. Соколова, почему здесь нет необходимости возвращаться к ней. Можно только напомнить, что эта группа находится в Крыму, на самом берегу Черного моря, километрах в 20 от Феодосии, возле болгарской деревни Коктебель и одноименного с ней дачного поселка.

Как показали выполненные Геологическим Комитетом подробные геологические исследования этой местности, белые изверженные породы типа липаритов не ограничиваются ранее известными выходами в Святой горе и в так называемом Лобовом хребте (близ Карадагской научной станции) <sup>7)</sup>, но образуют еще несколько залежей к северо-востоку от Святой горы, между нею и Кордонной балкой, открывающейся в море немного южнее Коктебеля (см. прилагаемую карту). Большинство этих местонахождений представляет собою незначительные выходы липаритов среди измененных на контактах с ними глинистых сланцев и, по скудости запасов породы, не могло бы иметь практического значения, даже если бы она обладала наилучшими качествами.

Однако, кроме них есть два месторождения гороздо бóльших размеров. Это, во-первых, безымянный холм, с отметкой 132,0 саж. на одноверстной топографической карте, т.е. 282,5 м, находящийся к востоку от трассовых разработок, между Святой горой и прибрежным хребтом Кок-кай, в верховье балки Кок-таш, впадающей в Кордонную справа, недалеко от ее устья. Холм этот, правда, обнажен очень слабо, и его крутые склоны одеты делювиальным, суглинистым чехлом, богатым белым липаритовым щебнем, но вершина изобилует крупными глыбами липарита, повидимому, покоящимися на месте своего первоначального залегания, что, наряду с характерной обособленностью холма в рельефе окружающего пространства, заставляет признать его сложенным именно липаритами, по своей плотности с трудом поддающимися размыву. Холм вытянут с юго-запада на северо-восток, приблизительно, на 300 м, а в ширину имеет не менее 100 м, так что запасы породы в нем должны быть весьма значительными.

Другой выход расположен на расстоянии менее 1 км севернее, между балками Кордонной и Кок-таш, и представляет собой длинную гряду, вытянутую с севера на юг не меньше, чем на 500 м, при чем северный конец ее загибается к северо-востоку. Ширина ее превосходит 100 м. Наиболее высокие точки находятся в южной части, для которой

<sup>7)</sup> Д. В. Соколов, *л. с.*, стр. 17.

одноверстная карта дает отметку 77,7 саж. (166,3 м), к северу же гряды понижается. В верхней части крутого западного склона ее находятся многочисленные, хотя и небольшие обнажения белых липаритов, не оставляющие сомнения в том, что эта порода развита в коренном залегании по всему протяжению гряды: она же была вскрыта при постройке порохового погреба для трассовых разработок, сооруженного в юго-западном конце гряды.

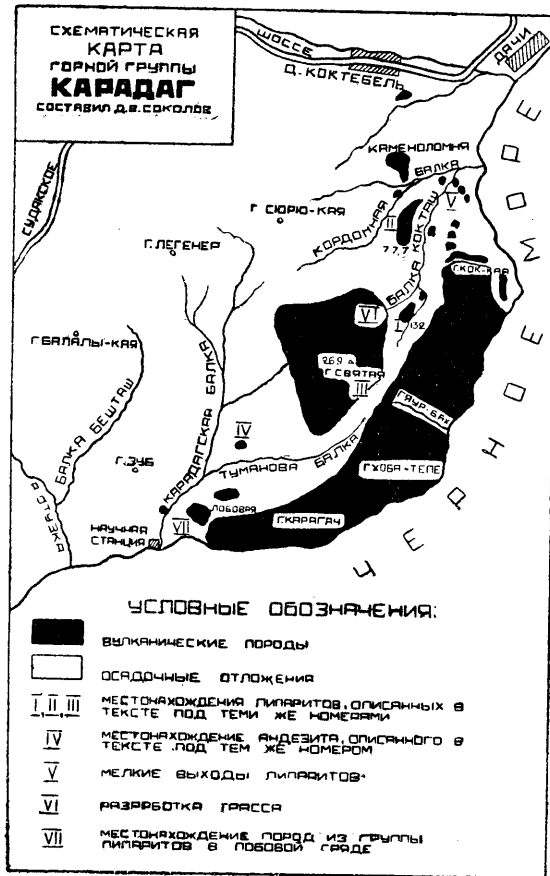


Рис. 1. Масштаб 1 : 84000.

Из обоих описанных выходов были взяты пробы пород для исследования. Кроме того, к ним были присоединены образцы липарита с верха юго-восточного склона Святой горы, господствующего над живописным, круто спускающимся к морю ущельем Гяур-бах и над так называемым южным перевалом на пути из Коктебеля на Карадагскую научную станцию. Эти образцы очень типичны для южной и юго-восточной частей названной горы, и надо думать, что именно

та же порода была исследована А. А. Байковым<sup>8)</sup> под именем «белого туфа со склона к ущелью Гяур-бах». Наконец, в виду того внимания, которое в настоящее время стекольная промышленность уделяет богатым щелочами горным породам<sup>9)</sup>, нами был исследован еще один образец иного, чем липариты, состава, а именно андезит, любезно указанный сотрудницей акад. Ф. Ю. Левинсон-Лессинга Е. Н. Савельевой-Дьяконовой, в качестве типичного для Карадага.

Выход его находится в юго-западном подножии Святой горы, в развилке дорог, ведущих с Карадагской станции в Коктебель — одна через северный, другая через упомянутый выше южный перевал. Будучи лишь небольшим холмом, слабо возвышающимся над окружающими его глинистыми сланцами, он, вероятно, содержит скромные запасы породы, но исследование ее представляет интерес, поскольку она типична для щелочных андезитов, пользующихся на Карадаге довольно широким распространением.

Отпущенные Институтом Силикатов средства дали возможность собрать в значительном количестве образцы пород из всех четырех описанных местонахождений, и дальнейшие исследования их были произведены в отделе сырья этого Института. Обращаясь теперь к изложению результатов, мы будем обозначать породы римскими цифрами в порядке сделанного выше описания их выходов, так что порода № I соответствует холму с отметкой «132,0», порода № II — гряде «77,7», порода № III — юго-восточному склону Святой горы и порода № IV — холму в юго-западном подножии последней. Остановимся, прежде всего, на их внешнем виде.

Порода № I — белая, слабо-зеленоватая, очень твердая, плотная и мелкозернистая, с обильными охристо-желтыми и бурыми, неправильными прослоечками, разводами и включениями, особенно по трещинам и на обнаженных поверхностях.

Порода № II — белая, слегка сероватая, однородная, очень твердая, плотная и мелкозернистая, с мелкими темными точками в равномерно-окрашенной основной массе; местами наблюдается как бы послойное распределение белых и желтовато-сероватых полос, несколько напоминающее флюидальное сложение; содержит кремненные участки и захваты иных пород, особенно темных, фиолетово-серых, с белыми миндалекаменными выделениями и оплавленной наружной поверхностью<sup>10)</sup>.

<sup>8)</sup> А. А. Байков. Гидравлические цементы и гидравлические добавки.—Пуццолановые цементы. Изд. Научно-техн. ком. НКПС. Вып. 71. 1927.

<sup>9)</sup> Д. В. Соколов и И. А. Преображенский. О горных породах СССР, как о сырье для стекольной промышленности.—Керамика и Стекло. № 4—5. 1928. Там же литературные указания.

<sup>10)</sup> Породы этого типа широко развиты в прибрежных карадагских хребтах.

Порода № III — чисто-белая в основной массе, со светлыми охристо-желтыми участками, прослоечками и разводами, особенно по трещинам, очень плотная, твердая и мелкозернистая; местами наблюдается как бы послойное распределение белых и желтоватых участков, напоминающее флюидальное сложение.

Порода № IV — зеленовато-серая, на выветрелых поверхностях окрашенная бурими окислами железа, однородная, очень плотная и твердая, мелко- и равномерно-зернистая, лишь с мелкими заметными невооруженному глазу выделениями полевых шпатов.

Результаты химического исследования сведены в первой таблице, в которую мы включили для сравнения также 3 известных в литературе анализа карадагских пород липаритового типа. Относительно методики наших анализов можно ограничиться следующими замечаниями. В число определений мы нашли необходимым включить определение редких земель, до сих пор отсутствующее в анализах карадагских пород. Оно делалось посредством осаждения щавелевой кислотой в кислом растворе<sup>11)</sup>, но ни в одном из анализов не дало положительного результата. Кроме того, мы определяли также ванадий и цирконий по методу Гиллебранда<sup>12)</sup>, ибо оба эти элемента, помимо чисто теоретического, имеют и практическое значение для керамических и стекольных масс. Из наших пород только в № IV (андезит) был найден  $V_2O_5$ , в остальных же ни ванадия, ни циркония не оказалось. Заметим, кстати, что оба эти элемента недавно были открыты А. Ф. Фиолетовой в известных «Арктических туфах» Армении, представляющих собою также лавы. В остальном наши определения не требуют особых пояснений. Процентное содержание составных частей отнесено нами к сухому веществу (без гигроскопической влаги). Черта означает отсутствие данных об определении.

В оценке этих интересных аналитических данных надо, прежде всего, отметить, что они, в сущности, характеризуют все местонахождения пород липаритового типа на Карадаге, если пренебречь несколькими незначительными выходами близ Кордонной балки, о которых было упомянуто выше.

Действительно, анализы №№ 3, 6 и 7 относятся к Святой горе, № 1 — к холму «132,0», № 2 — к гряде «77,7» и № 5 — к Лобовому хребту, а других крупных выходов липаритовых пород мы на Карадаге не знаем. Если оставить в стороне анализ № 4, указывающий на породу совершенно иного типа, то все остальные шесть дают весьма однообразную картину, с небольшими вариациями, связанными лишь с незначительными изменениями свойств породы и, может быть, с индивидуальными особенностями анализов. Так, липариты Святой

<sup>11)</sup> В. Р. Шеллер и А. Р. Поуэлл. Анализ минералов и руд, содержащих редкие элементы. — Изд. Хим.-Техн. Изд. НГУ ВСНХ. 1928. Стр. 70.

<sup>12)</sup> В. Ф. Гиллебранд. Химия силикатов, стр. 156, 166.

I. Таблица валовых химических анализов пород типа липаритов (кроме № 4)

	Порода № I	Порода № II	Порода № III	Порода № IV	Кварцевый кератофир с Лобового хребта <sup>13)</sup>	Липарит <sup>14)</sup>	Белый туф <sup>15)</sup>
	1	2	3	4	5	6	7
Влага гигроскоп. . . . .	0,49	0,00	0,20	1,48	—	—	—
SiO <sub>2</sub> . . . . .	77,35	79,86	78,61	56,50	74,18	79,00	77,88
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,16	0,14	0,10	0,09	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	11,58	10,94	11,83	16,43	13,18	11,40	10,34
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,68	0,57	0,35	4,44	2,33	0,60	0,36
FeO . . . . .	0,08	0,19		2,12	—	—	—
MnO . . . . .	0,06	0,07	0,03	0,43	—	—	—
CaO . . . . .	1,04	1,22	1,01	7,15	0,77	1,20	0,91
MgO . . . . .	0,18	0,03	следы	0,81	0,36	0,20	0,83
K <sub>2</sub> O . . . . .	6,43	3,14	4,22	0,68	2,63	2,50	8,75
Na <sub>2</sub> O . . . . .	1,89	3,08	3,23	2,71	6,30	4,00	
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,07	0,07	0,08	0,07	—	—	—
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	не найд.	не найд.	не найд.	0,050	—	—	—
ZrO <sub>2</sub> . . . . .	не найд.	не найд.	не найд.	не найд.	—	—	—
Редкие земли (сумма) . . . . .	не найд.	не найд.	не найд.	не найд.	—	—	—
Потеря при прок. . . . .	0,96	1,11	1,00	8,64 (H <sub>2</sub> O + CO <sub>2</sub> )	0,85	0,90	1,26
Сумма . . . . .	100,48	100,42	100,46	100,12	100,60	99,80	100,33

горы (анализы №№ 3, 6 и 7) обнаруживают следующие незначительные колебания в содержании составных частей: SiO<sub>2</sub>—от 77,88 до 79,00% (разность 1,12%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—от 10,34 до 11,83% (разность 1,49%), железные окислы—от 0,35 до 0,60% (разность 0,25%), CaO—от 0,91 до 1,20% (разность 0,29%), MgO—от следов до 0,83%, сумма щелочей—от 6,50 до 8,75% (разность 2,25%), при чем анализы №№ 3 и 6 показывают обратное соотношение в содержании K<sub>2</sub>O и Na<sub>2</sub>O; потеря при прокаливании—от 0,90 до 1,26% (разность 0,36%). Если присоединить к анализам образцов со Святой горы еще анализы №№ 1 и 2 пород из двух новых крупных выходов, то колебания в содержании составных частей очень слабо изменятся, а именно: SiO<sub>2</sub>—от 77,35 до 79,86% (разность 2,51%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—то же, что и раньше, железные окислы—от 0,35 до 0,76% (разность 0,41%), CaO и MgO—то же, что и раньше, ще-

<sup>13)</sup> По П. Н. Чирвинскому (см. сноску 3). Напомним, что этот Лобовый „хребет“, в действительности, представляющий собой небольшую и невысокую гряду, находится в западной части Карадагской группы, у самой научной станции.

<sup>14)</sup> П. Н. Григорьев. Опыты по получению стекла из Карадагских трасса и липарита.—Керамика и Стекло. 1927. № 2. К сожалению, не указано, откуда взят образец липарита, но, по частным сведениям, он происходит со Святой горы.

<sup>15)</sup> По А. А. Байкову (см. сноску 8); как уже было упомянуто, этот „белый туф“ происходит, по указанию автора, со склона к ущелью Гяур-бах, т.-е. вполне соответствует по местонахождению нашему образцу № III.



лочи в сумме от 6,22 до 8,75% (разность 2,53%), потеря при прокаливании — то же, что и раньше. Иначе говоря, породы из холма «132,0» и гряды «77,7», по химическому составу, за исключением  $\text{SiO}_2$ , окислов железа и суммы щелочей укладываются в пределах чисел для трех анализов святогорских пород, а содержание  $\text{SiO}_2$ , железа и щелочей мало выходит у них за установленные для Святой горы пределы ( $\text{SiO}_2$  — 0,53 + 0,86%, окислы железа + 0,16%, сумма щелочей — 0,28%). Только породы Лобового хребта, топографически принадлежащие другому району, несколько уклоняются от остальных меньшим содержанием  $\text{SiO}_2$  (74,18%) и большим  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (13,18%) и железа (2,33%), при чем щелочей у них также много (8,93%). Из всех пород вместе, по наименьшему содержанию железа и наибольшему — щелочей, особенный интерес представляют материалы Святой горы (анализы №№ 3, 6 и 7), содержащие, к тому же, очень скромное количество титана (0,10%).

В общем, изложенные относительно всех этих пород данные, равно как и геологические условия их залегания, вполне оправдывают отнесение их к группе изверженных пород с высокой кислотностью, типа липарита. Небольшие выходы их близ устья Кордонной балки, видимо, представляют собой те горловины среди глинистых сланцев, по которым происходило выделение лавы из недр, и по периферии которых сланцы обнаруживают следы контактового метаморфизма.

Попытаемся теперь сравнить по химическому составу липариты с так называемыми трассами. Для этого мы составили вторую таблицу, в которой для трассов, нами лично не исследованных, воспользовались всеми известными литературными материалами, а для липаритов привели наши анализы (№№ 1 и 2), при чем для Святой горы (№ 3), в силу единства местонахождения, взяли средние цифры из всех трех анализов (№№ 3, 6 и 7) первой таблицы.

Изучение этих анализов позволяет установить, во-первых, большое однообразие трассов по химическому составу, в чем они вполне сходны с липаритами, а во-вторых, ряд признаков, существенно отличающих их от последних. Именно, содержание  $\text{SiO}_2$  у них значительно меньше, и если у липаритов, как мы показали ранее, оно не спускается ниже 77,35%, при наибольшей величине 79,86%, то у трассов оно не выше 72,88%, понижаясь до 69,57%. Явно меньше у них также и щелочей  $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$  (от 3,15 до 4,78%), тогда как у липаритов щелочей не менее 6,22%. По содержанию  $\text{Al}_2\text{O}_3$  обе породы близки, хотя трассы, все же, несколько менее богаты ею (у трассов от 8,57 до 11,05%, у липаритов от 10,34 до 11,83% — см. табл. 1), но в содержании железных окислов трассы обнаруживают уже превосходство (не менее 0,84%, тогда как у липаритов не более 0,76%); то же самое наблюдается для  $\text{MnO}$ ,  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$ . Особенно же заметна у трассов большая величина потери при прокаливании (от 9,79

II. Сравнительная таблица валовых химических анализов липаритов и трассов.

	Порода № I	Порода № II	Средний анализ для липарита Святой горы	Трасс с восточного склова Святой горы <sup>16)</sup>	Северный склон Святой горы <sup>17)</sup>	Вершина Святой горы <sup>17)</sup>	Южный склон Святой горы <sup>17)</sup>	Светло-зеленый трасс <sup>17)</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8
Влага гигроскоп. . . . .	0,49	0,00	—	3,80	—	—	—	—
SiO <sub>2</sub> . . . . .	77,35	79,86	78,49	71,11	71,42	70,12	69,57	72,88
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,16	0,14	0,10	—	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	11,58	10,94	11,19	10,36	10,24	10,70	11,05	8,57
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,68	0,57	} 0,44	0,84	0,86	0,95	1,05	0,86
FeO <sup>*</sup> . . . . .	0,08	0,19		—	—	—	—	—
MnO . . . . .	0,06	0,07	0,03	—	0,16	0,10	0,15	—
CaO . . . . .	1,04	1,22	1,04	1,65	2,12	2,48	2,62	2,75
MgO . . . . .	0,18	0,03	0,51	0,30	следы	0,28	0,22	0,26
K <sub>2</sub> O . . . . .	6,43	3,14	} 7,57	1,24	} 3,94	} 3,68	} 3,15	} 2,49
Na <sub>2</sub> O . . . . .	1,89	3,08		3,54				
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,07	0,07	0,08	—	—	—	—	0,08
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	не найд.	не найд.	не найд.	—	—	—	—	—
ZrO <sub>2</sub> . . . . .	не найд.	не найд.	не найд.	—	—	—	—	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	0,12	0,10	0,13	—
Редкие элементы (сумма) . . . . .	не найд.	не найд.	не найд.	—	—	—	—	—
Пог. при прок. . . . .	0,96	1,11	1,05	7,12	10,56	11,67	11,82	9,79
Сумма . . . . .	100,48	100,42	100,50	99,96	99,42	100,08	99,76	99,52

до 11,82%, а у липаритов не более 1,26% — табл. 1). Таким образом, по результатам анализов трассы никоим образом нельзя отождествить с липаритами; что же касается их происхождения и точного петрографического определения, то эти вопросы, без сомнения, найдут исчерпывающее решение в компетентных трудах акад. Ф. Ю. Левинсон-Лессинга, специально изучающего вулканические породы Карадага.

В настоящее время, особенно после появления в свет работ А. А. Байкова <sup>18)</sup> и С. И. Дружинина <sup>19)</sup>, выдающиеся пуццолан-

<sup>16)</sup> Б. С. Швецов. Отчет о командировке на Карадаг осенью 1925 г.—Труды Гос. Эксп. Ин-та Силикатов. Вып. 22. 1926. Образец трасса взят из разработок.

<sup>17)</sup> По А. А. Байкову (см. сноску 8); анализы №№ 5, 6 и 7 относятся к генеральным пробам, взятым правительственной комиссией в 1914 г.; точные места выемки проб неизвестны, известно также, откуда происходит „светло-зеленый трасс“ (анализ № 8); кроме того, А. А. Байков приводит 8 сокращенных анализов образцов, „взятых по всему сечению Святой горы“ (непонятно, где именно. Д. С.); один из них, видимо, относится к липариту, а у остальных содержание SiO<sub>2</sub> колеблется от 68,26 до 71,95%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> от 11,01 до 13,36% и потеря при прокаливании от 10,27 до 11,95%.

<sup>18)</sup> См. сноску 8.

<sup>19)</sup> С. И. Дружинин. Гидравлические добавки и пуццолановые портланд-цементы.— Пуццолановые цементы. Изд. Научно-технич. комит. НКПС. Вып. 71. 1927.

нические свойства карадагских трассов, кажется, уже не вызывают сомнения, и А. А. Байков, считая, что в Святой горе запасы трассов и липаритов (последние он называет «белыми туфами») относятся друг к другу, как 3 к 1<sup>20</sup>), пишет о первых в следующих выражениях: «Совокупность всех приведенных данных не оставляет никакого сомнения в том, что карадагское месторождение зеленых трассов во всех отношениях является замечательным и заслуживает самого серьезного внимания; географическое же его расположение таково, что оно может не только обслуживать потребности внутреннего рынка, но и служить для вывоза за границу»<sup>21</sup>). О липаритах же он говорит, что свойства их в этом отношении не исследованы. Мы, со своей стороны, полагая, что только технологическое испытание может установить пригодность или непригодность липаритов, как гидравлических добавок, сочли все же не лишним сделать определение активного кремнезема в исследованных нами образцах. При этом, для получения сравнимых результатов мы воспользовались тем же методом, который практиковался А. А. Байковым<sup>22</sup>), а именно: навеска испытуемого вещества величиною около 1 г обрабатывалась в течение получаса 20-процентной (весовые проценты) соляной кислотой в количестве 100 см<sup>3</sup>, а затем таким же количеством 20-процентного раствора соды в течение того же промежутка времени; был проведен двойной ряд определений — на кипящей водяной бане и при прямом кипячении. Результаты сведены нами в таблице третьей, сопоставляющей наши определения с данными А. А. Байкова (I. с), при чем нумерация наших образцов (анализы №№ 1—4) вполне совпадает с приведенной выше в тексте и таблицах, а анализы №№ 5—7 заимствованы у А. А. Байкова (ср. табл. II).

Таблица показывает, что по содержанию активного кремнезема липариты далеко уступают трассам, но, повторяем, это отнюдь не исключает желательности технологического исследования гидравлических

III. Таблица содержания активного кремнезема.

Образцы	Порода № I	Порода № II	Порода № III	Порода № IV	Сев. склон Свят. горы <sup>23</sup> )	Вершина Свят. горы <sup>23</sup> )	Южн. склон Свят. горы <sup>23</sup> )
	1	2	3	4	5	6	7
На водяной бане	4,93	5,04	4,08	5,89	} 27,27	27,02	25,31
Кипячением . .	7,59	8,15	8,99	7,65			

<sup>20</sup>) Заметим, кстати, что это соотношение пока ничем не обосновано и что только специальные разведочные работы, до сих пор еще, к сожалению, не произведенные, могут дать ему правильное числовое выражение.

<sup>21</sup>) См. также цитированную выше работу Д. В. Соколова (1926), стр. 9, 10.

<sup>22</sup>) Л. с., стр. 82.

<sup>23</sup>) А. А. Байков приводит еще результаты определения активного кремнезема обработкой 10% растворами HCl и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; числа соответственно таковы: 17,10%, 17,35%, 16,47%.

свойств первых. С другой стороны, в лаборатории вяжущих веществ Института Силикатов Н. Н. Напалкова произвела испытание наших пород III и IV по методу набухания, указанному А. А. Байковым<sup>24)</sup>. С любезного разрешения названной лаборатории, мы воспроизводим результаты работы Н. Н. Напалковой в прилагаемой (рис. 2) диаграмме, на которой, для сравнения, нанесен ряд кривых набуханий разных других гидравлических добавок. Из этой диаграммы видно, что наши липарит (III) и андезит (IV) занимают места над трепелом, тальком и асбестом, а над ними находится Арктический туф Армении.

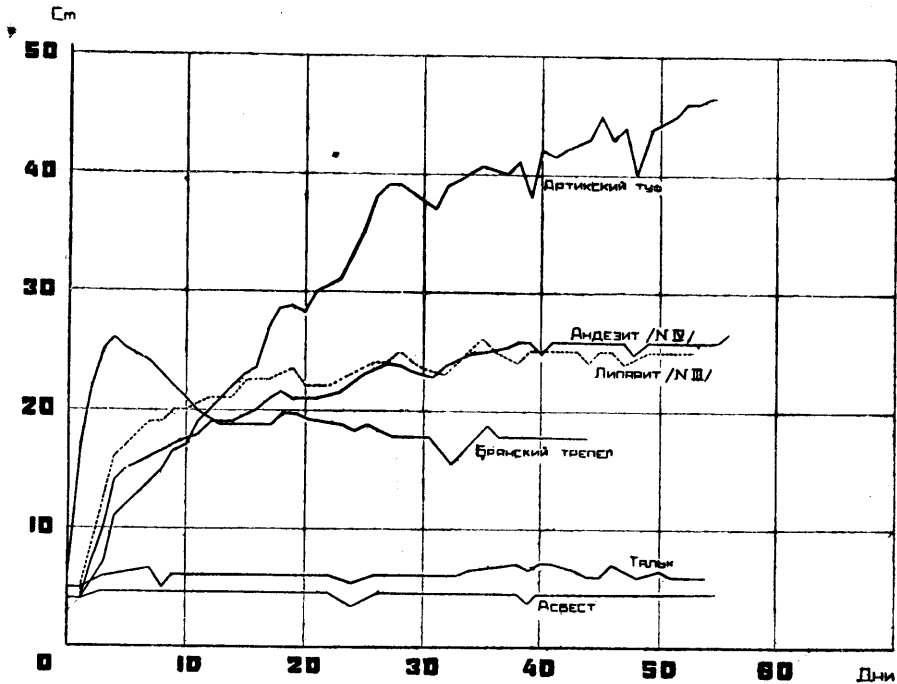


Рис. 2. Диаграмма набухания некоторых гидравлических добавок.

По количеству поглощенной извести все приведенные на диаграмме гидравлические добавки распределяются следующим образом.

Породы	Поглощение СаО в %
Трепел брянский . . . . .	0,122
Арктический туф розовый . . . . .	0,107
Липарит карадагский (№ III) . . . . .	0,096
Андезит карадагский (№ IV) . . . . .	0,072
Тальк . . . . .	0,016
Асбест . . . . .	0,012

<sup>24)</sup> Л. с., стр. 82.

Во всяком случае, по данным лабораторных исследований едва ли можно судить об истинных гидравлических свойствах наших пород. В этом отношении поучительную иллюстрацию дает Б. С. Швецов в цитированной выше работе (см. сноску 16). Именно, он приводит полные химические анализы и определения активного кремнезема (по способу проф. Дементьева) для святогорского трасса, заведомо обладающего гидравлическими свойствами, и для делювиального сноса из разработок неудавшегося предприятия «Русская Пуццолана», столь же заведомо лишённого этих свойств, при чем в последнем случае активного кремнезема оказалось в 5 раз больше, при значительно (на 16%) меньшем общем содержании  $\text{SiO}_2$ .

Зато, едва ли можно сомневаться в том, что карадагские липариты могут служить хорошим природным сырьем для стекольной промышленности. В 1928 г. Д. В. Соколов (см. сноску 9), в связи с удачными лабораторными опытами П. Н. Григорьева (см. сноску 14) по варке стекла из карадагских трасса и липарита, указал, что липариты, как более богатые щелочами и бедные железом, ценнее для стеклоделия, нежели зеленый трасс, но что они еще недостаточно изучены. В настоящее время это предположение можно уже считать достаточно подтвердившимся и, как показали изложенные выше результаты наших исследований, липариты Святой горы (табл. 1—анализы №№ 3, 6, 7, табл. 2—анализ № 3) представляют особенно подходящий для стеклоделия материал, характеризующийся высоким содержанием кремнезема и щелочей и весьма умеренным содержанием железа, титана и алюминия. Запасы породы здесь громадны, хотя без специальных разведочных работ не могут быть подсчитаны. Условия эксплуатации месторождения облегчаются тем, что находящиеся рядом разработки трасса быстро развиваются и что на них уже приступают к капитальному строительству. Естественно, возникает поэтому мысль о комбинате, в котором одновременная разработка, дробление и транспортировка обеих пород будут стоить, конечно, дешевле, чем каждой порознь. Близость моря и возможность постройки защитных сооружений для погрузки облегчают экспорт, хотя по отношению к липаритам следует тщательно обсудить вопрос о переработке их на месте, ибо в Крыму, с его винодельческим хозяйством, ощущается острая потребность в бутылках, цена которых чрезмерно высока.

Ничем, в сущности, не хуже и породы из холма «132,0» и гряды «77,7» (№№ I и II), и только содержание железа у них несколько выше, чем у липаритов Святой горы. Во всяком случае, наши анализы позволяют думать, что карадагские липариты представляют собой стекольное сырье не только не худшее, а в некоторых отношениях даже лучшее, чем северо-кавказские трахиты, промышленное значение

которых твердо установлено работами И. И. Китайгородского и С. В. Родина<sup>25)</sup> в Институте Силикатов.

Наконец, мы не можем обойти молчанием того обстоятельства, что наши липариты по своему химическому составу до известной степени близки к некоторым полевым шпатам, особенно из группы плагиооклазов<sup>26)</sup>, если только брать во внимание у наших пород всю сумму щелочей, а не натрий или калий в отдельности. Основные компоненты в обоих случаях те же, и различие заключается лишь в процентном соотношении их, но и оно не столь значительно, тем более, что полевые шпаты часто бывают далеки от идеального состава вследствие содержания железа, извести и др. примесей. Это сходство наших пород с таким важным керамическим сырьем, как полевые шпаты, открывает перед ними новые перспективы и заслуживает серьезного технологического изучения.

В заключение, остается сказать о нашем андезите (табл. I, анализ № 4), что по химическому составу он близок к некоторым породам, анализированным А. Лагорио<sup>27)</sup> и П. Н. Чирвинским<sup>28)</sup> и отнесенным ими к группе андезитов. Эти породы резко отличаются от липаритов по своей значительно меньшей кислотности и более высокому содержанию алюминия, железа, кальция, а обычно также и магния. По суммарному содержанию щелочей они довольно изменчивы, и если в нашем анализе оно значительно меньше, чем у липаритов, то в только что названных работах встречаются анализы аналогичных пород, более богатых щелочами, чем липариты. Так, у А. Лагорио мы находим анализ «пироксенового андезита» с содержанием щелочей в 10,02% (NaO—6,47% + K<sub>2</sub>O—3,55%), SiO<sub>2</sub>—58,35%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—24,92%, CaO—2,31% и т. д. Впервые отмечено нами присутствие ванадия в нашем образце. По количеству активной кремнекислоты и поглощенной по методу набухания извести он, как уже было упомянуто, близок к липариту. Впрочем, о практическом применении карадагских андезитов, при наличии трассов и липаритов, говорить еще преждевременно, тем более, что они находятся в худших геологических условиях, ибо не образуют сплошных, крупных и однородных масс, как трассы и липариты, а перемежаются с породами иного состава.

<sup>25)</sup> И. И. Китайгородский и С. В. Родин. Горные породы в стеклоделии.— Труды Г. Э. И. С. Вып. 25. 1928. См. анализы на стр. 8—9.

<sup>26)</sup> Идеальный состав альбита: SiO<sub>2</sub>—68,6%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—19,6%, Na<sub>2</sub>O—11,8%; олигоклаза: SiO<sub>2</sub>—61,9%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—24,2%, CaO—5,2%, Na<sub>2</sub>O—8,7%.

<sup>27)</sup> A. Lagorio. Itinéraire géologique par le Kara-Dagh.— Guide des Excursions du VII Congrès Géolog. Intern. 1897.

<sup>28)</sup> См. сноску 3.