

УДК 553.53(234.86)

ПУЦЦОЛАНЫ И ТРАСС КАРАДАГА. ИСТОРИЯ ПОИСКА, РАЗРАБОТОК И ИЗУЧЕНИЯ

Шибяев Е. А., Шибяев И. Е.

Студия камня «Colored Rocks», г. Севастополь, Российская Федерация,

e-mail: colored_rocks@bk.ru

Посвящается светлой памяти Натальи Спиридоновны Костенко, десять лет назад вдохновившей нас на написание первых статей о Карадаге

В статье на основе большого количества первоисточников представлена история поиска и добычи на Карадаге активных минеральных добавок, необходимых для получения гидротехнических бетонов. Рассмотрены основные этапы научных исследований пуццоланы и трасса, показано изменение взглядов на понимание их образования и состава. Статья содержит фотографии описываемых горных пород в виде шаров, которые максимально передают текстуру камня.

Ключевые слова: Карадаг, гора Святая, пуццоланы, трасс, карьер на горе Святой, черноморит.

Введение

В начале XX века портовое строительство в России остро нуждалось в минеральных добавках, придающих цементам гидравлические свойства, то есть способность затвердевать под водой после некоторой выдержки на воздухе. Применение гидравлических добавок в вяжущих растворах давало целый ряд преимуществ изготовленным на их основе бетонам: увеличивало их плотность и водонепроницаемость, придавало повышенную сопротивляемость воздействию отрицательных температур и химическому воздействию кислот и солей. Все эти свойства в итоге обеспечивали повышенную прочность морских сооружений, значительно увеличивали срок их службы. В то время наука только приближалась к пониманию процессов, в результате которых растворы приобретали гидравлические свойства. Соответственно, отсутствовали достоверные критерии выбора природных веществ, обладающих этими качествами. Ни по внешним признакам, ни путём петрографического и химического анализа не удавалось определить пригодность той или иной горной породы как гидравлической добавки. О наличии этих свойств можно было судить главным образом по результатам механических испытаний различных смесей уже после их затвердевания.

Горные породы, обладавшие перечисленными свойствами, были широко известны в мире, но все они добывались за пределами России. Рыхлые породы получили название «пуццолана», а твёрдые — «трасс». Основная добыча пуццоланы осуществлялась в Италии, в окрестностях городов Рим и Неаполь, а также у вулкана Везувий; в Греции, на острове Санторини; во Франции, в провинции Овернь. Трасс добывался в Германии, в районе города Андернах на Рейне. Главным и старейшим производителем пуццолановых материалов была Италия. Слабосцементированный вулканический материал «пуццолана» (от итальянского «pozzolana») был назван так по месту его древнейших разработок у города Поццуоли, расположенного на побережье Неаполитанского залива. Римская пуццолана считалась самой лучшей. По качеству она подразделялась на три сорта, визуально отличавшихся цветом: тёмно-красным, чёрным и серым. Неаполитанская пуццолана, имевшая желтоватый цвет с зелёным оттенком, уступала ей в качестве, зато имела выгодное местоположение, залегая мощным сорокаметровым пластом вдоль всего Поццуолийского залива. Все итальянские пуццоланы представляют собой пеплы вулканических извержений молодого возраста. Термин «трасс» образовался, по всей видимости, от латинского слова «terra» — «земля»

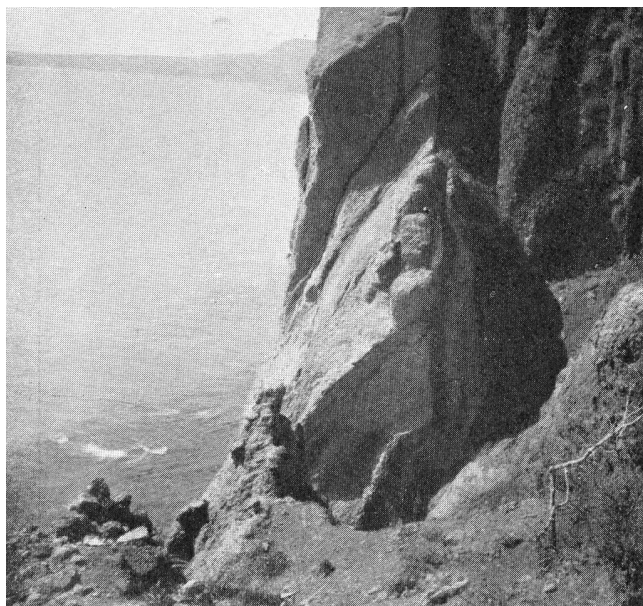
и с древних времён применялся в Германии как название твёрдого вулканического туфа, обладающего гидравлическими свойствами [Гинзберг, 1927; Малюков, 1928]. Отсутствие собственных месторождений минерального сырья, обладающего свойствами гидравлических добавок, побудило отдел торговых портов Министерства торговли и промышленности организовать их поиск на территории России.

Цель работы: воссоздать историю поиска, исследования и добычи пуццолан и трасса на Карадаге; описать направления научных работ по изучению трасса в условиях заповедного режима Карадага; рассмотреть вопрос об использовании эстетических свойств природного камня в популяризации научных знаний, экологическом просвещении и познавательном туризме в Карадагском природном заповеднике.

Результаты и обсуждение

Впервые о распространении в Крыму, в горном массиве Карадаг, вулканических пород, заслуживающих исследования на предмет их применения в качестве добавок к гидравлическим цементам, сообщает профессор К. И. Богданович в 1905 году [Богданович, 1905]. В том же году изыскания пуццолан путём взятия проб из заложенных на склонах горы Святой 65 разведочных шурфов были произведены инженерами Н. Н. Лямыным и В. Круссером. Сообщение об этом, включающее данные химических анализов из отдельных шурфов, было сделано в 1908 году. В этом сообщении исследованные породы были названы пуццоланами [Круссер, 1908].

Осенью 1910 года Т. И. Вяземский по рекомендации профессора Императорского Московского университета А. П. Павлова приглашает на строящуюся под Карадагом научную станцию геолога А. Ф. Слудского. Уже в марте 1911 года А. Ф. Слудский сделал в Московском обществе испытателей природы предварительное сообщение на тему: «Гора Карадаг в Крыму и её геологическое прошлое». А в 1912 году он опубликовал в «Записках Крымского общества естествоиспытателей» статью с тем же названием, в которой, в частности, писал: «Строение Карадага представляет интерес не только теоретический, но и практический: уже несколько лет назад было указано присутствие на Карадаге пуццолановых туфов. По поручению доктора Т. И. Вяземского я принял на себя производство разведок на пуццолановые туфы в его имении «Карадаг», расположенном на склонах хребта Карагач. Произведённые анализы показали, что часть туфов, залегающих в данном имении, непригодна, как пуццолановое вещество, но другая часть, напротив, является превосходным материалом. <...> для этих анализов были взяты образцы из пласта рыхлого туфа наибольшей, сравнительно с другими пластами, мощности и благонадёжности залегания. Высота выхода этого пласта над уровн. моря 15–25 саженей в среднем. Что касается до площади выходов пуццолановых туфов, то она весьма значительна, но трудно поддаётся точному определению, вследствие неприступности многих частей хребта. Положение всех пластов вертикальное» [Слудский, 1912, с. 10]. На основании данных, представленных в статье А. Ф. Слудского «Карадаг (в Крыму), его естественноисторическое значение, научная и промышленная будущность», можно установить, на каком участке автор обнаружил выгодное расположение залежей пуццолан у берега моря. А. Ф. Слудский иллюстрирует это фотографией, из которой следует, что пуццолановый туф залегает между скалой Левинсона-Лессинга и склоном хребта Карагач (рис. 1).



Выходъ рыхлаго пуццолановаго туфа на хребтъ Карагачъ. Слева пласть твердаго туфа. Высота около 20 с. надъ уровнемъ моря.

Рис. 1. Фотография из статьи А. Ф. Слудского «Карадаг (в Крыму), его естественноисторическое значение, научная и промышленная будущность» [Слудский, 1913, с. 31]

В феврале 1913 года на заседании Императорского Санкт-Петербургского общества архитекторов А. Ф. Слудский делает доклад под названием «О карадагской пуццолане в Крыму». Изложив своё понимание строения Карадага, он полагал ошибочным поиск пуццолановых пород в районе горы Святой, предпринятый Ляминим и Круссером. По мнению А. Ф. Слудского, исследованные залежи представляют собой наносы, то есть современные образования — продукты выветривания и разрушения соседних пород, в которых перемешаны туфовые обломки, глинистые частицы и валуны андезита. Эти залежи не могут быть названы месторождением пуццоланового туфа, так как носят случайный характер, зависящий от рельефа местности. Пуццолана, как следует из доклада, представляет собой горную породу, выброшенную из вулканического очага в виде рыхлой массы, отложившейся на склонах вулкана, и залегает на Карадаге совершенно в другом месте. А. Ф. Слудский настаивал на необходимости дополнительного изучения геологии Карадага, считая, что делать выводы о площади залегания и мощности предполагаемых залежей только на основании данных, полученных из шурфов, неправильно. Принявшие участие в прениях учёные вынуждены были согласиться с тем, что имеющиеся результаты лабораторных исследований крымской пуццоланы противоречивы, должны быть подтверждены практическими испытаниями и требуют дополнительных изысканий. Итогом этого заседания, в связи с недостаточной проработанностью вопросов добычи русской пуццоланы, стало решение о применении при строительстве порта в Туапсе импортного и отечественного сырья: одной трети итальянской пуццоланы и двух третей крымской [Эвальд, 1913].

Независимые лабораторные исследования, проведённые профессором Н. М. Абрамовым, заведующим Станцией испытания материалов при Алексеевском Донском политехническом институте, показали, что примесь карадагских вулканических туфов в качестве гидравлических добавок в одних случаях даёт благоприятные результаты, в других — весьма сомнительные. Он же указывал на необходимость продолжать планомерные изыскания вулканических туфов для их детального изучения [Абрамов, 1913]. Позже профессор П. Н. Чирвинский покажет полную несостоятельность химических анализов пуццолан, представленных в статье Круссера [Чирвинский, 1916].

Но, не дожидаясь окончания лабораторных и практических исследований качества бетонов, изготовленных с применением карадагской пуццоланы, акционерное общество «Русская пуццолана» приступило к её разработкам на Карадаге. Карьер был заложен на северо-западном подножье горы Святой (рис. 2).



Рис. 2. Гора Святая, вид на западный склон. Фотография А. Ф. Слудского (архив семьи Слудских)

От карьера к обрывам над бухтой, расположенной к западу от здания научной станции Т. И. Вяземского, была построена подвесная канатная дорога. Во время её строительства выяснилось, что рельеф дна участка бухты, который предназначался для строительства причала, не пригоден для захода судов. Строительство причала перенесли к западу от Нижних Отуз (современный посёлок Курортное), но не завершили его. По мнению профессора П. Н. Чирвинского, разрабатываемая порода состояла главным образом из угловатых кусков андезита и его туфа [Чирвинский, 1916].

На южных склонах хребта Карагач также начались работы, их возглавил инженер Козловский. «Пуццолана эта состоит из кусков андезитовой лавы, напоминающей скопления лапиллей и вулканического песка» [Чирвинский, 1916, с. 128]. Две фотографии, сделанные летом 1914 года и представленные П. Н. Чирвинским, иллюстрируют район разработок. На первом снимке запечатлена скала Иван-Разбойник с находящимися у её основания домиками для рабочих. На втором снимке изображена восточная часть скалы Левинсона-Лессинга и прилегающий к ней склон хребта Карагач. П. Н. Чирвинский сообщает, что к июню 1914 года на шести пароходах было отправлено в Туапсе до 100 000 пудов пуццоланы, а число рабочих, занятых на месторождении летом того же года, составляло двадцать человек [Чирвинский, 1916].

Ещё одно подтверждение проходивших на Карагаче работ — воспоминания Е. А. Слудского (сына А. Ф. Слудского): «В Разбойничьей бухте на перевальчике, ведущем в следующую к востоку бухту, стоял почерневший от непогоды большой деревянный сарай, а к западу от него шли в горные кручи длинные лестницы из жердей и столбов. Такие же лестницы были и на неприступной круче сзади скалы, я её условно назвал про себя «Пласт», позднее она получила название «Скала Левинсона-Лессинга». Папа сказал, что это имущество брошено пуццолановой фирмой...» [Слудский, 2004] (рис. 3, 4, 5).

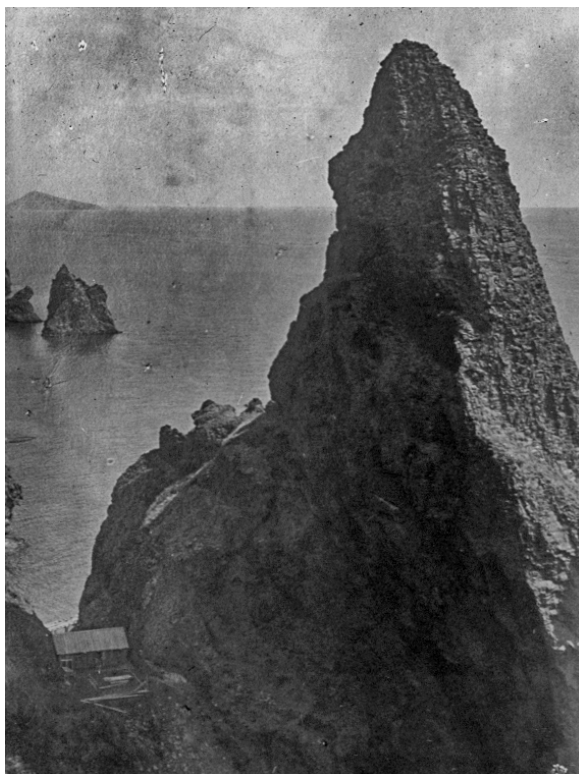


Рис. 3. Скала Иван-Разбойник с деревянной постройкой на перевале между Разбойничьей и Пуццолановой бухтами. Фотография А. Ф. Слудского (архив семьи Слудских)



Рис. 4. Восточная часть скалы Левинсона-Лессинга с лестницами, ведущими к выходу пуццоланового туфа. Фотография А. Ф. Слудского (архив семьи Слудских)



Рис. 5. Южные склоны хребта Карагач, на которых производилась добыча пуццоланы. Слева — скала Левинсона-Лессинга (фотография сделана в наши дни)

Существует интересная старая фотография издательства И. Вессермана, на которой запечатлён вид с того самого перевальчика над скалой Иван-Разбойник на Пуццолановую бухту и Золотые ворота. В нижней части фотографии виден временный причал, уходящий от берега Пуццолановой бухты в море, за восточную часть скалы Иван-Разбойник [Лихотворик, 2007]. По всей видимости, эта фотография сделана во время описываемого периода и причал построен для швартовки у хребта Карагач упоминавшихся выше пароходов и погрузки на них добытой пуццоланы.

Для определения параметров прочностных характеристик изделий с применением пуццоланы в реальном производственном процессе понадобились годы. В результате проведённые прочностные испытания изделий, изготовленных из карадагской пуццоланы, показали, что их сопротивление деформациям практически вдвое уступает аналогичным, изготовленным из неаполитанской пуццоланы. В связи с этим применение карадагских добавок было ограничено только внутренними частями портовых сооружений в Туапсе [Гинзберг, 1927]. Д. В. Соколов так подводит итог всей этой эпопеи: «Вопрос о нахождении на Карадаге пуццолановых пород, принадлежащих к рыхлым вулканическим туфам, решался в отрицательном смысле, и эксплуатация их не получила дальнейшего развития; к тому же опыты их практического применения не были удачными». И конкретно о разработках на Карагаче: «... это даже не рыхлый туф, каким должна быть настоящая пуццолана и каких на Карадаге вообще нет, но лишь менее плотная и сильно разрушенная разность всё той же шаровой лавы» [Соколов, 1926, с. 12] (рис. 6, 7).

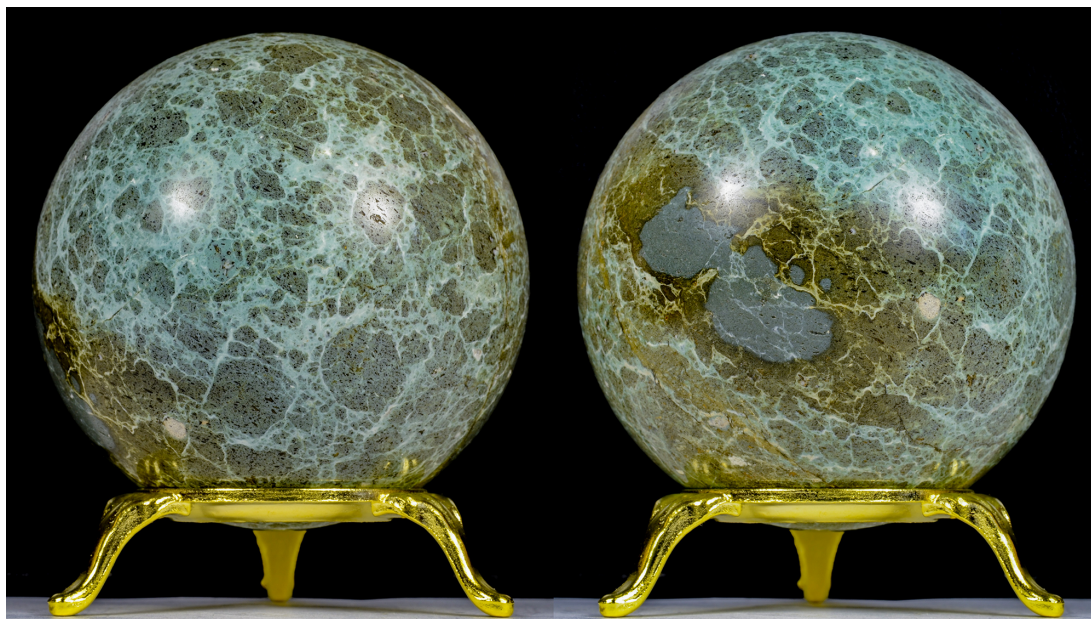


Рис. 6. Зеленокаменный лапиллиевый туф хребта Карагач, предположительно добывавшийся в качестве пуццолан. Изготовление: Студия камня «Colored Rocks»



Рис. 7. Голубовато-зелёная галька с пляжа Пуццолановой бухты — наиболее прочные фрагменты лапиллиевых туфов, попавшие в береговую зону

В 1914 году на северо-восточном склоне горы Святой представителем АО «Русская пуццолана» В. В. Экземпляровым были найдены залежи плотных зелёных вулканических туфов [Чарномский, 1915]. Уже к концу 1914 года эти залежи, по ходатайству АО «Русская пуццолана», были исследованы специальной комиссией под председательством знатока гидравлических цементов в России, инженера В. И. Чарномского. Первый вывод комиссии был таков: по всей видимости, осмотренные горные породы слагают всю гору Святую и имеют мощность в несколько миллиардов пудов [Соколов, 1926; Чарномский, 1915]. Химический анализ состава образцов пород, отобранных на южном и северном склонах, а также на вершине горы Святой, был сразу же

сделан в лаборатории Петроградского политехнического института профессором А. А. Байковым и показал их однородность. Карадагский трасс в смеси с известью и песком затвердевал как в пресной, так и в морской воде [Эвальд, 1915; Байков, 1923]. В 1915 году по программе исследований, разработанной особой комиссией, профессор С. И. Дружинин в Петроградском политехническом институте начинает проводить механические испытания бетонных образцов, изготовленных с применением карадагского трасса. Полученные результаты по первым образцам, испытанным в срок до шести месяцев после их изготовления, показали аналогичность карадагского материала андернахскому трассу [Черномский, 1915]. В 1922 году А. А. Дружинин сообщает: исследованный трасс по своим качествам является прекрасной гидравлической добавкой, добавление её к портландцементу в разных весовых пропорциях улучшает качество раствора [Дружинин, 1922].

В 1924 году «Новоросцементом» было добыто и вывезено 83 тонны трасса для проведения заводских опытов и выяснения вопроса о возможности использования этой горной породы в большом, производственном масштабе [Григорьев, 1926]. После получения успешных результатов промышленных испытаний на горе Святой был заложен карьер, работы в котором возглавил инженер А. И. Спасокукоцкий. В 1927 году карьер начал промышленную отгрузку трасса на новороссийские цементные заводы. В устье Коктебельской балки (к западу от посёлка Коктебель) строятся причал и дробилка. Транспортирование породы вначале осуществлялось на подводах, запряжённых лошадьми, а с начала 1930-х годов — по грузовой воздушно-канатной дороге.

В 1924–1925 гг. детальную геологическую съёмку всего Карадагского района осуществляет Д. В. Соколов [Соколов, 1926; Соколов, 1948]. Изучение горных пород Карадага с 1924 по 1929 г. проводит академик Ф. Ю. Левинсон-Лессинг. Он рассматривает трасс как своеобразное образование, занимающее промежуточное положение между лавами и туфами и описанное в геологической литературе того времени под названием «пиперно» или «туфовая лава». При описании центральной части трассового массива высказывается предположение о том, что трасс передвигался во время извержения в густом состоянии, близком к затвердеванию [Левинсон-Лессинг, Дьяконова-Савельева, 1933].

Трасс изучается как добавка при изготовлении кислотоупорного бетона для обмуровки котлов, предназначенных для варки целлюлозы; для устранения жёсткости воды; как сырьё с высоким содержанием щелочей для стекольной промышленности [Григорьев, 1926; Григорьев, 1927; Лакоза, 1935]. В 1930–1931 гг. разведку месторождения трасса проводит Институт неметаллических полезных ископаемых Главного геолого-разведочного управления [Марков, 1934; Соколов, 1948]. Последняя довоенная разведка трасса была произведена в 1938–1939 гг. Крымским институтом стройматериалов. В 1939 году запасы трасса были утверждены в количестве 3162 тыс. м³*. Добыча трасса на горе Святой продолжалась вплоть до начала Великой Отечественной войны. Длина карьера достигла 300 м; высота забоя, состоявшего из четырёх уступов, дошла до 50 м [Строительные материалы..., 1965]. Всего с 1927 по 1941 г. было добыто около 0,6 млн м³ (1,5 млн т) горной породы [Клюкин, 2007]. Больше работа карьера не возобновлялась, новороссийские заводы перешли на местное сырьё — трепел. При этом планы по добыче трасса и организации производства трассовых цементов путём установки помольных агрегатов в Феодосии и других местах Крыма продолжали существовать [Полякова, 1957]. Вид на северо-восточную часть горы Святой с заброшенным карьером на склоне показан на рис. 8.

*Кол-во указано так же, как в первоисточнике



Рис. 8. Заброшенный карьер трасса (слева на снимке) на северо-восточном склоне горы Святой (фотография сделана в наши дни)

В послевоенное время изучение состава, условий залегания, образования и возможностей использования трасса продолжалось. Исследованиями по изучению магматизма Горного Крыма в 1957–1960 гг. было установлено, что трасс является пирокластической породой типа сваренного туфа, все обломки которого настолько пластичны, что полностью спаялись между собой без какого-либо дополнительного цемента [Лебединский, Макаров, 1962]. В. И. Лебединский приходит к мнению, что благодаря высокому содержанию кремнезёма трасс можно рассматривать как производную риолитовой лавы [Лебединский, 1977].

Полезные свойства трасса одни исследователи связывали со сложением его аморфной массы опалом. Другие, объясняя высокие потери при прокаливании, связывали их с цеолитным характером воды, но при этом доказательств наличия в трассе цеолитов не имели. Изучение состава трасса современными методами позволило уточнить его минералогический состав и определить, что основным пороодообразующим минералом является морденит — высококремнезёмистый цеолит с большим содержанием воды. Именно этим минералом обусловлены активные гидравлические и сорбционные свойства трасса. Данные количественного рентгеновского анализа свидетельствуют о том, что содержание в трассе морденита достигает 70–90 % и трасс (за исключением окремельных разностей) представляет собой халцедон-мордернитовую породу [Шитовкин, Михайлов, Супрычев, 1975; Супрычев, 1976].

Поисковую и технологическую оценку цеолитсодержащих пород горы Святой в 1975–1978 гг. осуществляли специалисты «Крымморгеологии». Е. П. Черепановой были составлены геолого-технологические карты трассового массива и карьера горы Святой, подробно изучен характер всех залеганий трасса. Согласно этим данным небольшие линзовые тела трасса встречаются на западной части горы Святой и Малого Карадага; выходы трасса прослеживаются к югу от источника Гяур-Чесме; блок трасса находится в юго-восточной части горы Святой; центральная и западная части этой горы полностью сложены трассом. Выделены следующие разности трасса: брекчиевидные, с обильными обломками ксенолитов (рис. 9); брекчиевидные, пемзовые,

с редкими обломками ксенолитов; алеврито-псаммитовые, литоидные. Вскрытое карьером однородное тело трасса (рис. 10) на контакте с вмещающими породами окружено брекчиевидным трассом с включениями ксенолитов. Максимальное содержание морденита установлено в алеврито-псаммитовом литоидном трассе и достигает 50–70 % [Байраков, 1980].

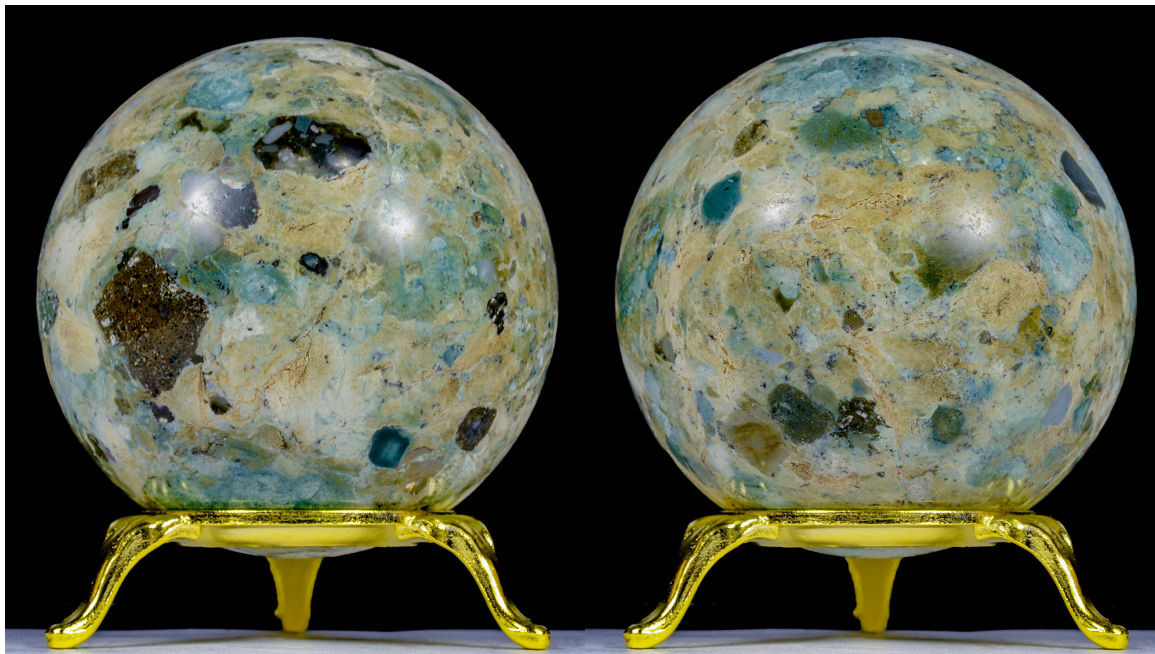


Рис. 9. Трасс брекчиевидный с обильным включением ксенолитов.
Изготовление: Студия камня «Colored Rocks»

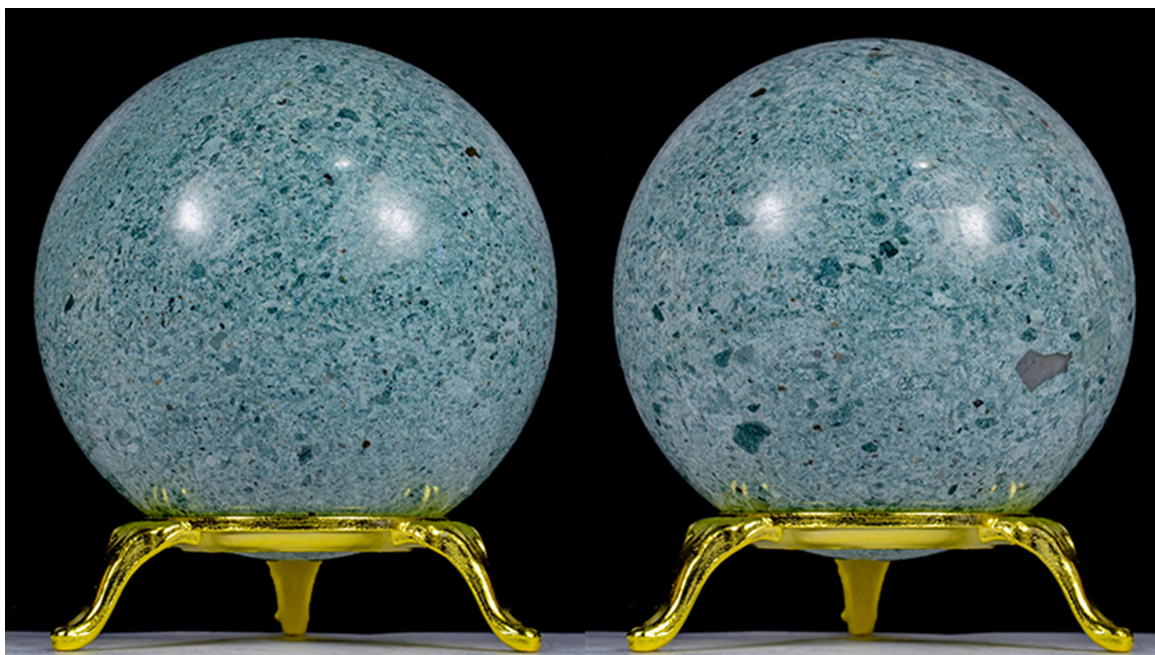


Рис. 10. Трасс с верхнего яруса карьера на северо-восточном склоне горы Святой.
Изготовление: Студия камня «Colored Rocks»

Создание Карадагского природного заповедника в 1979 г. закрыло вопрос не только о возможной добыче трасса, но и о проведении изысканий, подготавливающих эти работы. В 1981–1987 гг. по плану АН УССР на Карадаге проводились палеовулканологические исследования. Развёрнутая информация о залегании горных пород Карадага, в том числе и строении горы Святой, была представлена в монографии «Вулканы Карадага» её авторами [Вулканы Карадага, 1991]. В этой работе кремнекислые породы горы Святой рассматриваются как риолиты и риодациты (слагающие субвулканические тела и отходящие от них лавовые потоки); лавокластиты риодацитов (близкие по составу к лавам, но сформировавшиеся за счёт дробления последних); спёкшиеся туфы и туфы, в различной степени цеолитизированные. При этом авторы монографии полностью поддерживают мнение Е. П. Черепановой, которая в своём отчёте «справедливо отмечает несовершенство широко укоренившегося в литературе термина трасс, которым обозначаются туфы и лавы, обладающие свойствами гидравлических добавок, и не отражает ни геологических, ни петрографических признаков породы» [Вулканы Карадага, 1991, с. 56].

Сводные данные обо всех когда-либо обнаруженных на Карадаге минералах, в том числе на горе Святой, были опубликованы А. И. Тищенко [Тищенко, 2015; Тищенко, Касаткин, 2020].

Трасс являлся предметом совместного изучения геологов и археологов. На поселениях античной эпохи Крымского полуострова неоднократно находили зернотёрки из вулканических горных пород, в том числе из карадагского трасса, что подтвердил их минералого-петрографический анализ. По предположению археологов, именно зернотёрки, изготовленные из трасса, создавали максимальный истирающий эффект при помоле [Гаврилов, 2004]. Это происходило за счёт образования мелкой бугристости на поверхности жерновов из-за особенностей строения трасса — прочно спечённых мелких частиц, имеющих различную твёрдость.

Трасс рассматривался как декоративно-облицовочный камень [Солонинко и др., 1966; Цветные камни Украины, 1974]. Окремнелые разности трасса были отнесены к поделочным камням и описывались как яшмы [Супрычев, Сырьевые..., 1973; Киевленко, Сенкевич, 1983]. В. А. Супрычёв в научно-популярных изданиях называет яшмовидные разности камня с горы Святой трассом-черноморитом [Супрычев, Крымские..., 1973; Супрычев, 1975]. Красивое неофициальное название «черноморит» настолько удачно передаёт текстуру этой горной породы, что широко закрепилось среди геологов и любителей камня. С 2007 года геммологические исследования на Карадаге проводил П. Н. Баранов. Участником его маршрутов и работ по изучению эстетических свойств карадагского трасса и яшм был один из авторов этой статьи Е. А. Шibaев [Цветные камни Крыма, 2016].

С 2019 г. нами осуществляется проект по созданию коллекции карадагского камня, некоторыми изделиями из которой проиллюстрирована эта статья. В соответствии с современной классификацией горных пород и в результате их изучения на горе Святой установлено, что черноморит — это яшмоид, состав риолитовый, происхождение лавовое. Рассматривать эту горную породу как трасс неверно, никакими свойствами гидравлических добавок она не обладает, зато, вне всякого сомнения, является одним из самых красивых природных образований Крыма (рис. 11). При работе карьера на горе Святой и транспортировке породы к побережью Коктебельского залива для дробления этот материал отбрасывался и накапливался рядом с береговой линией [Отчёт о маршрутных..., 1941]. Именно этому обстоятельству мы обязаны тем, что красивые гальки с флюидальным рисунком и невероятным сочетанием разнообразных оттенков зелёного, серого, белого и коричневого цветов можно найти на протяжении десятков километров пляжей к западу и к востоку от Карадага.

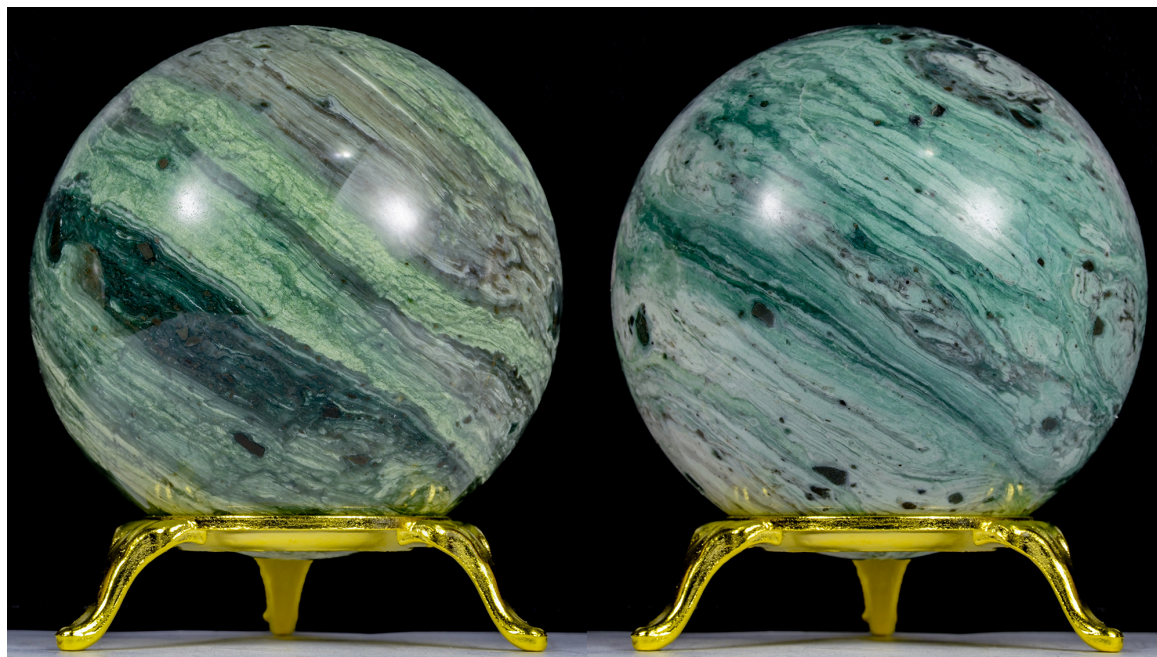


Рис. 11. Яшма черноморит. Изготовление: Студия камня «Colored Rocks»

Выводы

Поиск и разработка промышленных месторождений пуццоланы и трасса в XX веке послужили локомотивом геологического изучения горного массива Карадаг. Однако его природоохранный статус требует других подходов. Накопленные знания о горных породах должны быть использованы для популяризации науки, в экологическом просвещении и познавательном туризме. По нашему мнению, перспективным направлением совершенствования Музея истории и природы Карадага может быть созданная на более высоком уровне экспозиция горных пород, не только знакомящая со строением горного массива, но и раскрывающая художественные образы, созданные в камне природой.

Благодарности. Выражаем благодарность руководству Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского — природного заповедника РАН за предоставленную возможность изучения горных пород на территории Карадагского природного заповедника и поддержке проводимой нами работы.

Список литературы

1. *Абрамов Н. М.* К вопросу об изучении крымской пуццоланы // Известия Станции испытания материалов при Алексеевском Донском политехническом институте в Новочеркасске. – 1913. – Вып. 3. – С. 29–44.
2. *Байков А. А.* Трассы, пуццоланы (вулканические пеплы и туфы) // Химико-технический справочник. Вып. 1. Ископаемое сырье. Ч. 1. Виды сырья / под ред. А. Е. Ферсмана и Д. И. Щербакова при ближайшем участии отд. Комис. по изучению естеств. производ. сил России при Рос. акад. наук. – 2-е изд., испр. и доп. – Петроград : Науч. хим.-техн. изд-во, 1923. – С. 192–195.
3. *Байраков В. В.* Геологические особенности локализации морденитовой минерализации в трассах Святой горы (Карадаг, Крым) // Природные цеолиты / АН СССР, Междувед. литол. комис. ; отв. ред. А. Г. Коссовская. – Москва : Наука, 1980. – С. 140–146.

4. *Богданович К. И.* Литературная справка о распространении в Закавказье и Крыму вулканических пород, заслуживающих исследования на применение их в качестве прибавок к гидравлическим цементам // Известия Геологического комитета. – 1905. – Т. 24. – С. 26–29.
5. Вулканы Карадага / Ю. М. Довгаль [и др.] ; отв. ред. В. В. Науменко. – Киев : Наук. думка, 1991. – 104 с.
6. *Гаврилов А. В.* Об использовании карадагского трасса и других пород камня в античную эпоху // Карадаг : сб. науч. тр., посвящ. 90-летию Карадаг. науч. станции им. Т. И. Вяземского и 25-летию Карадаг. природ. заповедника / НАН Украины, Карадаг. природ. заповедник ; науч. ред.: А. Л. Морозова, В. Ф. Гнубкин. – Симферополь : Сонат, 2004. – Кн. 1 : История, геология, ботаника, зоология. – С. 108–122.
7. *Гинзберг А. С.* Трасс и пуццоланы // Нерудные ископаемые / АН СССР, Комис. по изучению естеств. производит. сил Союза. – Ленинград : Изд-во АН СССР, 1927. – Т. 3. – С. 359–374.
8. *Григорьев П. Н.* Использование карадагских трассов // Минеральное сырьё и его переработка. – 1926. – № 7/8. – С. 601–605.
9. *Григорьев П. Н.* Опыты по получению стекла из карадагских трассов и липарита // Керамика и стекло. – 1927. – № 2. – С. 69–70.
10. *Дружинин С. И.* Русские трассы // Вестник силикатной промышленности. – 1922. – № 3/4. – С. 45–55.
11. *Киевленко Е. Я., Сенкевич Н. Н.* Геология месторождений поделочных камней. – 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Недра, 1983. – 263 с.
12. *Клюкин А. А.* Экзогеодинамика Крыма. – Симферополь : Таврия, 2007. – 320 с.
13. *Круссер В.* Об изысканиях и топографической съемке горы Карадаг в месторождениях вулканических туфов, имеющих свойства пуццоланических веществ // Цемент, его производство и применение. – 1908. – № 1. – С. 2–8.
14. *Лакоза Д.* Карадагские трассы как водоумягчители // Экономика и культура Крыма. – 1935. – № 2. – С. 47–51.
15. *Лебединский В. И.* Пирокластические породы Крыма // Пирокластические породы Украины / АН УССР, Ин-т геохимии и физики минералов ; отв. ред. Л. Г. Ткачук. – Киев : Наук. думка, 1977. – С. 98–120.
16. *Лебединский В. И., Макаров Н. М.* Вулканизм горного Крыма. – Киев : Изд-во АН УССР, 1962. – 208 с.
17. *Левинсон-Лессинг Ф. Ю., Дьяконова-Савельева Е. Н.* Вулканическая группа Карадага в Крыму. – Ленинград : Изд-во АН СССР, 1933. – 151 с.
18. *Лихотворик Л. М.* Путешествие со старой открыткой. Феодосия, Старый Крым, Коктебель, Отузы, Кизилташ, Судак, Карасубазар на рубеже XIX–XX столетий. – Феодосия : Арт-Лайф, 2007. – 172 с.
19. *Малюков Н. П.* Пуццоланы и трассы // Годовой обзор минеральных ресурсов СССР / Геол. ком. ; ред. М. М. Тетяев. – Ленинград : Изд-во Геол. ком., 1928. – [Т.] 2 : За 1926/1927 гг. – С. 792–794.
20. *Марков А. К.* Некоторые новые данные о трассах Карадага в Крыму // Известия Московского геолого-разведочного треста. – 1934. – Т. 2, вып. 3/4. – С. 80–91.
21. *Полякова М. Н.* Природные строительные материалы Крыма // Изучение и освоение минеральных богатств Крыма за годы Советской власти / АН УССР, Ин-т минерал. ресурсов ; редкол.: Ю. Ю. Юрк [и др.]. – Симферополь : [б. и.], 1957. – С. 173–198.
22. Отчёт о маршрутных обследованиях месторождения цветных камней и опытной добычи их на горе Карадаг и её окрестностях / Азово-Черномор. геол. упр., Крым. геол. бюро ; Руманова Д. А. – Симферополь, 1941. – 66 с.

23. *Слудский А. Ф.* Гора Карадаг в Крыму и её геологическое прошлое // Записки Крымского общества естествоиспытателей и любителей природы. – 1912. – Т. 1. – С. 33–43.
24. *Слудский А. Ф.* Карадаг (в Крыму), его естественноисторическое значение, научная и промышленная будущность : докл., прочитан. на годич. общ. собрании О-ва содействия успехам опытных наук и их практ. применений им. Х. С. Леденцова 2 дек. 1912 г. – Москва : Рус. печатня, 1913. – 31 с.
25. *Слудский Е. А.* Карадаг. Воспоминания (1917–1926 гг.). – Симферополь : Сонат, 2004. – 111 с.
26. *Соколов Д. В.* Карадаг в Крыму (геологическое описание) // Материалы Азово-Черноморского геологического управления по геологии и полезным ископаемым. – Ростов-на-Дону : [б. и.], 1948. – Сб. 23. – С. 67.
27. *Соколов Д. В.* О трассах Карадага в Крыму // Труды Государственного экспериментального института силикатов / Науч.-техн. отд. Высш. совета нар. хоз-ва. – Москва : НТО ВСНХ, 1926. – Вып. 22, № 175. – С. 3–18.
28. *Солонинко Н. С., Семенченко Ю. В., Гаврусевич Б. А., Геращенко Л. И.* Декоративно-облицовочные, поделочные и ограночные камни Украинской ССР // Бюллетень научно-технической информации. Сер.: Геология месторождений полезных ископаемых, региональная геология / М-во геологии СССР, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т экономики минер. сырья и геологоразведоч. работ. – Москва : ВИЭМС, 1966. – № 1. – С. 28–33.
29. Строительные материалы Крымской области : (минерально-сырьевая база) / сост.: Р. М. Артемова [и др.]. – Киев : Будівельник, 1965. – 200 с.
30. *Супрычев В. А.* Крымские самоцветы. – Симферополь : Таврия, 1973. – 72 с.
31. *Супрычев В. А.* Сказание о камне-самоцвете : Самоцветы Украины. – Киев : Реклама, 1975. – 174 с.
32. *Супрычев В. А.* Сырьевые ресурсы самоцветных и поделочных камней Крыма и пути их практического применения // Драгоценные и цветные камни как полезное ископаемое : [сб. ст.] / АН СССР, Отд-ние геологии, геофизики и геохимии, Науч. совет по рудообразованию ; отв. ред. В. И. Смирнов. – Москва : Наука, 1973. – С. 201–212.
33. *Супрычев В. А.* Цеолитовая природа активных гидравлических свойств крымского трасса // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 1976. – № 3. – С. 116–120.
34. *Тищенко А. И.* Минералы Крыма. – Симферополь : Бизнес-Информ, 2015. – 304 с.
35. *Тищенко А. И., Касаткин А. В.* Минералы и минеральные комплексы Крыма : монография. – Симферополь : Бизнес-Информ, 2020. – 468 с.
36. Цветные камни Крыма / П. Н. Баранов [и др.] ; под ред. П. Н. Баранова – Симферополь : Н. Орианда, 2016. – 169 с.
37. Цветные камни Украины / Ю. В. Семенченко [и др.] ; под ред. И. И. Машкары. – Киев : Будівельник, 1974. – 188 с.
38. *Чарномский В. И.* О действии сернокислых почвенных вод на цементные растворы сооружений. – Петроград : [б. и.], 1915. – 39 с. – (Труды Отдела торговых портов ; вып. 45).
39. *Чирвинский П. Н.* Изверженные горные породы, вулканические брекчии и туфы Карадага в Крыму // Известия Алексеевского Донского политехнического института в Новочеркасске. – 1916. – Т. 5, вып. 1. – С. 88–138.
40. *Шитовкин Н. Т., Михайлов А. С., Супрычев В. А.* Юрские морденитовые породы вулканической группы Карадага (Крым) // Доклады АН СССР. – 1975. – Т. 222, № 1. – С. 189–192.
41. *Эвальд В. В.* В Императорском СПБ Обществе архитекторов // Зодчий. – 1913. – № 7. – С. 79–80.
42. *Эвальд В. В.* В Императорском СПБ Обществе архитекторов // Зодчий. – 1915. – № 4. – С. 40–43.

**POZZOLANS AND TRASS OF THE KARADAG.
THE HISTORY OF SEARCH, DEVELOPMENT AND RESEARCH**

Shibaev E. A., Shibaev I. E.

*The Stone Studio «Colored Rocks», Sevastopol, Russian Federation,
e-mail: colored_rocks@bk.ru*

The history of the search and mining of active mineral additives in the Karadag, which are necessary to obtain hydro-technical concretes are presented in this article based on a large number of primary sources. The main stages of the scientific researches of pozzolans and trass are reviewed, the change in views on the understanding of their formation and composition is shown. The article contains photographs of the described rocks in the form of balls, which maximally are conveyed the texture of stone.

Keywords: Karadag, Holy Mountain, pozzolans, trass, quarry at Holy Mountain, chernomorit.

Сведения об авторах

Шibaев
Евгений
Аркадьевич организатор проекта «Студия камня "Colored Rocks"», evshibaev@mail.ru

Шibaев
Илья
Евгеньевич исполнитель проекта «Студия камня "Colored Rocks"», colored_rocks@bk.ru

*Поступила в редакцию 25.03.2021 г.
Принята к публикации 20.04.2021 г.*