

РАЗДЕЛ 5.

ГЕОЛОГИЯ, ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 553.875(470-924.71)

«ДИАМАНТЫ» ТЕССЕЛЬСКОГО ПАЛЕОВУЛКАНА ЯВЛЯЮТСЯ СВИДЕТЕЛЯМИ УГЛЕВОДОРОДНОЙ ДЕГАЗАЦИИ В ПОЗДНЕМ ТРИАСЕ (ЮЖНЫЙ БЕРЕГ КРЫМА)

Лысенко В. И.¹, Шик Н. В.²

¹Институт природно-технических систем; Филиал Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова в городе Севастополе, Севастополь, Российская Федерация

²Севастопольский центр туризма, краеведения, спорта и экскурсий

E-mail: ¹niagara_sev@mail.ru, ²shik.n@bk.ru

В коммерческих целях прозрачные кристаллы кварца с «алмазным» блеском в XIX веке получили название «диаманты». Их находки в Европе и Америке в осадочных породах, обогащенных органикой. Аналогичные кристаллы были обнаружены в кальцитовых прожилках в лавах Тессельского палеовулкана. У них наблюдается гетероэпитаксиальный рост кварца на удлиненных призматических кристаллах кальцита. Сильным блеском обладает кварц псевдокубического габитуса с большим набором граней. Мелкие полости в прозрачных кристаллах «диамантов» заполнены углеродными флюидами. В ходе сравнения тессельских «диамантов» с аналогичными кристаллами Карпат и Донбасса были выявлены черты сходства и различия, которые связаны с температурой и составом флюидов. Общим сходством условий генезиса диамантов в вулканических породах Тессели и других регионов является их формирование в углеводородных флюидах.

Ключевые слова: кварц, «диаманты», углеводородные флюиды, габитус, зоны прожилкования, пустоты, палеолавы андезитов, Тессельский палеовулкан.

ВВЕДЕНИЕ

В горных породах иногда встречаются кристаллы горного хрусталя, интересные с точки зрения онтогении. Обычно они отличаются особой чистотой и прозрачностью, а также ярким блеском и совершенством природной огранки. За подобные свойства им дали торговое название «диаманты» (с немецкого — алмазы) в кавычках или с обязательным добавлением прилагательного от названия местонахождения данных находок [1, 2, 3]. По названию местности, где были обнаружены находки, они именуются мармарошскими, алансонскими, богемскими, рейнскими, арканзасскими, бристольскими, шаумбургскими, липиовскими, медокскими, кайенскими и крымскими «диамантами» [4, 5]. Для повышения коммерческой привлекательности в Америке подобные образования именуются «херкимерскими алмазами» [2].

Первые упоминания о кристалликах горного хрусталя в Крыму приводятся в работе академика П. Палласа (1793–1794) [2]. Они характеризовались незначительными размерами и высокой прозрачностью. Сведения о кристаллах кварца, которые шли в продажу вместо алмазов, приводятся в «Очерках Крыма» П. Давыдова [6]. Правда, продавцы предупреждали покупателей, что это крымский

материал, который собран вблизи Туака, Кучук-Пламбата и у деревни Хаиту. Более подробное описание подобных кристалликов кварца приводится в работе В.А. Супрычева. Он дал им название «крымские диаманты» [2]. В своей книге автор отметил, что они встречаются в песчаниках средней юры и таврической серии Горного Крыма, которые обогащены органикой [2]. В подобных породах описаны и находки «диамантов» в англоязычной литературе. Встречаются «диаманты» в кварц-карбонатных жилах, которые приурочены известнякам, мергелям, песчаникам, алевролитам и углистым сланцам [7, 8, 9, 10, 11, 12].

Авторы статьи обнаружили «диаманты» на поверхности лав палеопотока андезитов Тессельского палеовулкана. Места находок расположены вблизи поселка Тыловое, которое в прошлом носило название Хаиты. Можно предположить, что именно здесь в XIX веке местное население добывало кристаллы кварца с «алмазным» блеском для продажи, о чем упоминал в своих записках П. Давыдов [6]. По генезису «диаманты» Тессели отличаются от описанных подобных образований из других регионов, поскольку находятся в магматических породах [3, 5, 9, 11, 13]. Исследование этих кристаллов кварца позволит установить их генезис и палеогеографические условия формирования.

Целью работы является изучение условий образования «диамантов» в эффузивных породах Тессельского палеовулкана. Задачами данной работы являются исследования залегания жильной минерализации, морфологии форм выделения и углеводородных флюидов в «диамантах».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Зона кварц-карбонатных прожилков с «диамантами» была обнаружена при проведении геологического обследования поверхностей лав палеопотоков Тессельского палеовулкана [14, 15]. При проведении работ особое внимание уделялось поиску кварцевых и карбонатных жильных образований. Тщательно исследовались зоны карбонатных прожилков, в которых были найдены «диаманты». Изучались контакты жил и их положение в пространстве. Из жильных пустот отбирались «диаманты» для изучения их габитуса и присутствия в них углеводородов. Из приконтактных зон кварц-карбонатных жил были отобраны образцы для изготовления шлифов. Они изучались с помощью микроскопа Olympus BX 5 с фотокамерой Olympus DP 12 в лаборатории ЮУ ФНИЦ МиГ УрО РАН г. Миасс.

Определение содержания углеводородов и карбонатов в «диамантах» было выполнено с помощью растворения в соляной кислоте отдельных мелких кристаллов и порошка их них. С подобной целью в кислоте растворялись кристаллики кальцита, которые находились в пустотах рядом с «диамантами». Формы кристаллов «диамантов» изучались под бинокулярной лупой.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЗОН С КАРБОНАТНЫМИ ПРОЖИЛКАМИ

Участок с находками «диамантов» расположен в верхней части прибрежного склона Южного берега Крыма над санаторием «Тессели» (44°23'38" с.ш.; 33°46'31"

«ДИАМАНТЫ» ТЕССЕЛЬСКОГО ПАЛЕОВУЛКАНА ЯВЛЯЮТСЯ СВИДЕТЕЛЯМИ УГЛЕВОДОРОДНОЙ ДЕГАЗАЦИИ В ПОЗДНЕМ ТРИАСЕ (ЮЖНЫЙ БЕРЕГ КРЫМА)

в.д.). Его поверхность сложена алевролитами и аргиллитами таврической свиты ($T_3 - J_1$), в которых встречаются выходы эффузивных пород. Они образуют три прерывистые субпараллельные зоны субширотного простирания: южную; центральную и северную [14]. Их выходы представлены породами лавовых, кластолавовых, ксенолавокластических, гиалокластических и гидротермальных фаций. Данную группу вулканических тел Южного берега Крыма В.И. Лысенко назвал Тессельским палеовулканом [14, 15].

Зона с карбонатными прожилками, в которой встречаются «диаманты», была обнаружена на поверхности лав палеопотока центральной зоны (рис. 1). Выходы этой лавовой толщи имеет пластообразную форму. Её породы имеют резкие контакты с вмещающими аргиллитами и алевролитами таврической свиты [14]. За счёт минералогической дифференциации породы, слагающие палеопоток лав, имеют зональное строение. Вблизи контакта они представлены серо-зелёными дацитами, которые имеют порфировую, а у основной массы – афанитовую структуру. Вкрапленники в них представлены плагиоклазом и кварцем. На незначительном расстоянии наблюдается постепенный переход дацитов в андезиты. Изменение состава породы связано с увеличением в ней вкрапленников плагиоклаза и появлением кристаллов пироксена и роговой обманки. Вблизи поверхности породы имеют миндалекаменную текстуру. Миндалины вытянутой эллипсоидной формы имеют размеры от 2,0 до 30,0 мм. Они составляют в верхней части лав от 5 до 10% общего объема породы. Миндалины выполнены антраконитом, белым кальцитом, а реже кварцем. В крупных миндалинах наблюдается концентрическая зональность этих минералов. Внешняя оторочка их поверхности сложена белым кальцитом, на который нарастает антраконит, а ядро сложено кварцем или халцедоном [14].

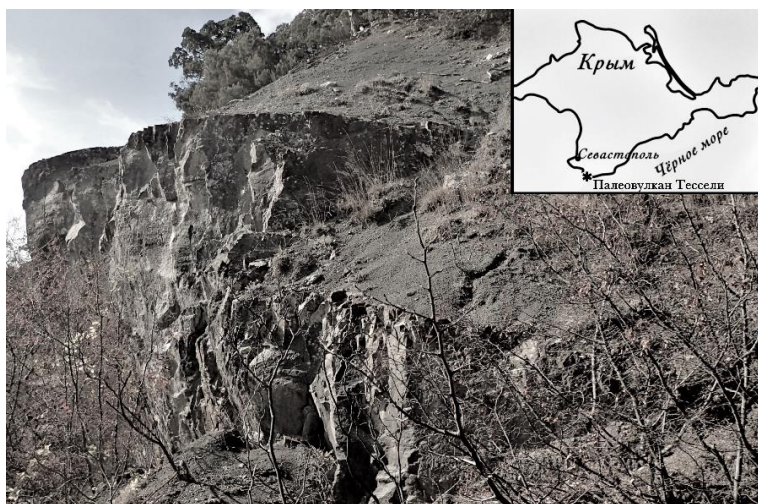


Рис.1. Ступенчатая поверхность палеопотока лав за счет тектонических нарушений с горизонтальными зонами карбонатных прожилков.

Источники: составлено авторами.

При незначительной протяженности выходы палеопотоков лав разбиты вертикальными разрывными нарушениями на отдельные блоки, которые придают его поверхности ступенчатое строение (рис. 1). Полоса карбонатных прожилков с «диамантами» связана с зоной дробления, которая имеет почти горизонтальную ориентировку относительно поверхности лавового потока. Она характеризуется неровными границами. Прожилки кальцита цементируют угловатые обломки андезитов в зоне дробления. Они имеют мощность меньше 10 мм и характеризуются различной ориентировкой (рис. 2). Прожилки выполнены белым кальцитом и имеют линзовидную форму с раздувами. Контакты у них с вмещающими андезитами четкие и слегка неровные. Вблизи контактов кальцитовых прожилков отмечается пиритизация андезитов (рис. 3). В местах пересечения и в линзовидных формах прожилков встречаются пустоты с друзовой текстурой. Их поверхность покрыта прозрачными кристаллами кальцита. Они имеют плоскую форму, а редко — длиннопризматический габитус. В некоторых местах этих полостей присутствуют кристаллы прозрачного горного хрусталя с блестящими гранями, которые авторы предложили называть тессельскими «диамантами» (рис. 4).



Рис. 2. Разно ориентированные прожилки кальцита в зоне дробления андезитов.
Источники: составлено авторами.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕССЕЛЬСКИХ ДИАМАНТОВ

Тессельские «диаманты» представлены отдельными кристаллами, расположенными на некотором расстоянии друг от друга. Иногда наблюдаются их

**«ДИАМАНТЫ» ТЕССЕЛЬСКОГО ПАЛЕОВУЛКАНА ЯВЛЯЮТСЯ
СВИДЕТЕЛЯМИ УГЛЕВОДОРОДНОЙ ДЕГАЗАЦИИ В ПОЗДНЕМ ТРИАСЕ
(ЮЖНЫЙ БЕРЕГ КРЫМА)**

скопления (рис. 5). Почти все кристаллики горного хрусталя нарастают на вершинах длиннопризматических форм кальцита (рис. 6). Это закономерное срастание веществ различного состава носит название гетероэпитаксия. Благодаря наличию карбонатной подложки, кристаллики «диамантов» легко отделяются от стенок полостей.

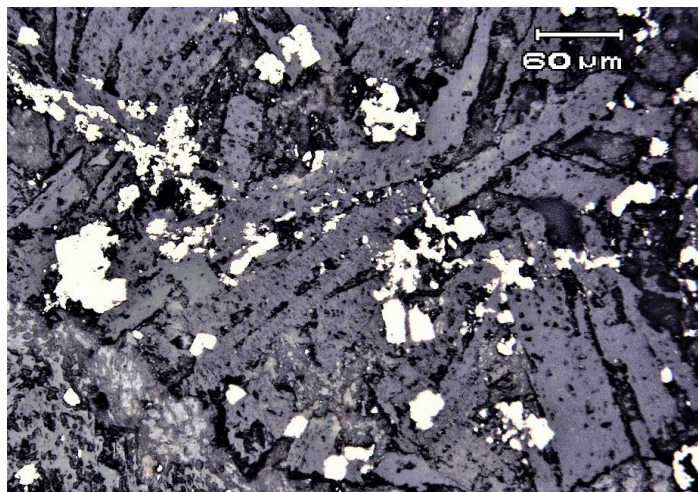


Рис. 3. Пиритовая минерализация в андезитах около контакта с карбонатными прожилками (в отраженном свете).

Источники: составлено авторами.

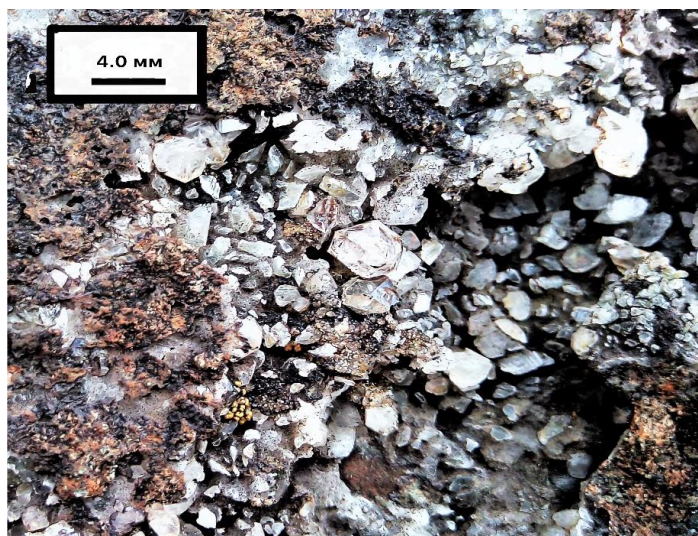


Рис. 4. Полости в карбонатных прожилках выполненные пластинчатым кальцитом и кристаллами «диамантов».

Источники: составлено авторами.

Кристаллики горного хрусталя обладают размерами от 1.0 до 8.0 мм. Они имеют в основном псевдокубическую, а реже призматическую и бипирамидальную формы (рис. 7). Для кристаллов характерно развитие граней ромбоэдров $\{10\bar{1}1\}$ и $\{11\bar{1}1\}$, гексагональной призмы $\{10\bar{1}0\}$ и тригональной дипирамиды $\{1121\}$. От расположения граней в пространстве и от их количества зависит блеск «диамантов». Наиболее сильным «алмазным» блеском, как и ограненные бриллианты, обладают кристаллы псевдокубического и плоского призматического габитуса с большим набором граней (рис. 7).



Рис. 5. Скопление кристалликов «диамантов» в пустотах кальцитовых прожилков.

Источники: составлено авторами.

Как отмечалось выше, кристаллы «диамантов» имеют бесцветную окраску и характеризуются идеальной прозрачностью. Иногда встречаются отдельные кристаллики кварца, которые имеют желто-коричневый цвет. Такая окраска связана с присутствием по трещинам битумного вещества. Подобные углеводородные флюиды встречаются и во включениях в некоторых «диамантах» (рис. 8). Они имеют эллипсоидную форму с ориентировкой главной оси по вектору роста кристаллов. Кроме полостей, в диамантах встречаются точечные образования, заполненные темно-коричневыми битумами.

Дополнительные свидетельства присутствия углеводородных флюидов в «диамантах» были установлены при их механическом дроблении. В процессе измельчения материала в ступке возникает запах битумов. При промывке дробленных обломков «диамантов» в кислоте, на поверхности раствора наблюдалась радужная пленка побежалости легких нефтепродуктов. Данные результаты подтверждают тот факт, что в пустотах «диамантов» присутствуют углеводородные газы и нефтепродукты.



Рис. 6. Гетероэпитаксия кристалликов «диамантов» на вершинах длинных призматический форм кальцита.

Источники: составлено авторами.



Рис. 7. Разнообразие внешних форм кристаллов тессельских «диамантов».

Источники: составлено авторами.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ «ДИАМАНТОВ» НА ПОВЕРХНОСТИ ПАЛЕПОТОКА ЛАВ АНДЕЗИТОВ

Выше отмечалось, что подобные кристаллики хрусталя, под названием «диаманты», встречаются во многих регионах мира [4, 11]. Наиболее исследуемыми из них являются «диаманты» из складчатых структур Карпат и Восточного Донбасса [4, 8, 11, 12]. В отличие от подобных кристалликов кварца из магматических пород палеовулкана Тессели, они встречаются в осадочных породах, обогащенных органикой [4, 8, 16]. В условиях их образования наблюдаются некоторые сходства и различия. Формирование кристалликов «диамантов» обязательно происходило в среде углеводородных флюидов, которые имели сложный многокомпонентный состав. По результатам некоторых исследователей, в их состав входят метан, другие тяжелые углеводородные газы, нефтепродукты, углекислый газ, сероводород и водные растворы [4, 8, 10, 12, 16, 17, 18]. При «дыхании» из недр этот состав флюидов мог изменяться, но образование «диамантов» происходило в присутствии углеводородов.



Рис. 8. Кристалл «диаманта» с включением углеводородных флюидов.

Источники: составлено авторами.

Предположительно, на первоначальном этапе флюиды поствулканических процессов Тессельского палеовулкана были обогащены углекислым газом, сероводородом, углеводородами и водными растворами. В отличие от Карпат и Восточного Донбасса, в лавах происходило формирование карбонатных прожилков, а не кварц–карбонатных жил [4, 9, 19]. Этот процесс сопровождался пиритизацией

«ДИАМАНТЫ» ТЕССЕЛЬСКОГО ПАЛЕОВУЛКАНА ЯВЛЯЮТСЯ СВИДЕТЕЛЯМИ УГЛЕВОДОРОДНОЙ ДЕГАЗАЦИИ В ПОЗДНЕМ ТРИАСЕ (ЮЖНЫЙ БЕРЕГ КРЫМА)

андезитов около прожилков и формированием плоских и пирамидальных кристалликов кальцита в пустотах. На конечном этапе в составе флюидов увеличивалась концентрация углеводородов, что приводило к нарастанию на удлинённых формах кальцита кристаллов прозрачного кварца. В жильных образованиях Карпат и Восточного Донбасса преобладают «диаманты» двухголовой формы, а в пустотах лав андезитов они имеют меньшие размеры и псевдокубический габитус за счёт развития граней положительных ромбоидов [4, 9, 10]. Возможно, такие отличия связаны с различием состава и температур флюидов. По результатам исследования флюидов из включений «диамантов» Карпат и Восточного Донбасса было установлено, что они очень разнообразны и имеют гетерогенный состав [7, 8, 10, 13, 20]. Пустоты полостей «диамантов» заполнены однофазовыми (жидкостью или газом), двухфазовыми (жидкостью и газом) и трехфазовыми (жидкостью, газом и твердыми битумами) флюидами [7, 10, 11, 13]. Главным компонентом флюидов Карпат и Восточного Донбасса является метан (87.0 – 98%) с добавкой тяжелых углеводородов [7, 10, 16]. В отличие от Карпат и Восточного Донбасса, формирование тессельских «диамантов» связано с поствулканическими флюидами, в которых углеводороды на начальном этапе присутствовали в незначительном количестве. Возможно, в полостях при образовании кальцита и сульфидов железа происходила концентрация метана, что создавало среду для образования «диамантов» на заключительной стадии.

Предположительно, температурную разницу флюидов можно оценить по размерам кристаллов кварца. Самые крупные «диаманты» встречаются в карбонат–кварцевых жилах Восточного Донбасса. Температура гомотизации включений в них находится в интервале от 140 до 160°C [10, 16, 20]. Значительно меньшими габаритами обладают кристаллики хрусталя Карпат. По данным исследователей, их формирование происходило при температуре 75–85°C [10, 16, 19]. Можно предположить, что из-за малых размеров тессельских «диамантов», их образование происходило при ещё более низких температурах остывания углеродных флюидов в замкнутом пространстве полостей.

Кроме присутствия во флюидах углеводородов, дополнительным обязательным условием для формирования «диамантов» является приуроченность жильных образований к тектоническим зонам. Это места смятия складок срыва, чешуйчатых надвигов, сбросов и зон дробления пород [3, 5, 10, 19]. Тектонические зоны являются своеобразными окнами поступления флюидов из недр. «Диаманты» являются индикаторами наличия нефтегазоматеринских толщ на больших глубинах в геологическом разрезе [5, 10]. Именно их находки позволили обосновать выделение новых площадей для поиска месторождений нефти и газа в Карпатах и Восточном Донбассе [5, 10]. Подобные перспективные участки были выявлены при проведении гравитационного и геополяритонного зондирования в шельфовой части Черного моря севернее поселков Форос и Тессели [21]. Результаты исследований авторов статьи подтверждают это предположение.

В эффузивных породах палеовулкана Тессели широко представлена антраксолитовая минерализация. В лавах, кластолавах, лавобрекчиях и ксенотуфах встречаются многочисленные миндалины и прожилки антраконита [14, 15]. Этот

минерал в значительном количестве присутствует в плоских и трубчатых бактериальных постройках. Это свидетельствует о том, что при вулканической деятельности соединения с углеводородом составляли значительную часть флюидов. Выбросы их продолжались в периоды поствулканической активности, что подтверждается образованием «диамантов» в карбонатных прожилках. Данные исследований литологического и петрографического состава пород свидетельствуют о том, что магма Тессельского палеовулкана характеризуется высоким содержанием газов. На это указывают неоднократные гидроэксплозивные выбросы ксенотуфового материала, наличие сильнопористых литокластов (гиалокластов) пемзы и различных форм гидротермально-бактериальных построек [14, 15] (Лысенко, 2019/3; Лысенко, 2019/4). Такие выбросы Тессельского палеовулкана эффузивного материала из недр сопровождалось значительными объемами газовых флюидов с соединениями углеводорода [22, 23]. В позднем триасе подобные поступления углеводородов связаны с палеовулканами Кавказа, Приморья, Анд и Центрально-Атлантической магматической провинции [22, 24]. За счет выбросов вулканических флюидов происходило значительное изменение газового состава атмосферы и гидросферы, а также климатических условий на поверхности Земли. С вулканической деятельностью многие исследователи связывают позднее триасовое массовое вымирание фауны в морской среде и на суше [23, 24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованные авторами тессельские «диаманты» из эффузивных пород имеют некоторые отличия по форме и размерам от подобных образований из осадочных горных пород Карпат, Восточного Донбасса и Крыма. Это связано с различным составом флюидов и разницей температур. Общим условием для образования водяно-прозрачных «диамантов» являлось поступление углеводородных флюидов по тектоническим ослабленным зонам. «Алмазный» блеск «диамантов» зависит от габитуса кристаллов.

Выбросы Тессельским палеовулканом флюидов с высоким содержанием углеводородов, вероятно, внесли свой вклад в изменение состава атмосферы и климата Земли, с чем связано массовое вымирание фауны в позднем триасе.

Список литературы

1. Пыляев М.И. Драгоценные камни. Их свойства, местонахождение и употребление. Санкт-Петербург.: Изд-во. А.С. Суворина, 1888. 403 с.
2. Супрычев В.А. Самоцветы Крыма. Симферополь: Таврида, 1974. 121 с.
3. Vityk M.O., Bodnar R.J., Dudok I.V. Fluid inclusions in marmarosh diamonds. Evidence for tectonic history of the folded Carpathian mountains // Ukraine. Tectonophysics, 1996. V. 255 (1–2). P.163–174.
4. Возняк Д.К., Квасница В.Н., Галабурда Ю.А. Типоморфные особенности мармарошских диамантов / Типоморфизм кварца Украины. К.: Наукова думка, 1974. 227 с.
5. Vovk O., Naumko I., Zankovych Y., Kuzemko Y. Comparison of morphology of quartz crystals – “Marmarosh diamonds” – from Paleogene Flysch sequences of Krosno (Silesian) Zone, Dukla Zone in Ukrainian Carpathians, and Intra-Carpathian sequences of Western Carpathians // Mineralia Slovaca. 2022. V. 54, 2. pp.163 – 174.

**«ДИАМАНТЫ» ТЕССЕЛЬСКОГО ПАЛЕОВУЛКАНА ЯВЛЯЮТСЯ
СВИДЕТЕЛЯМИ УГЛЕВОДОРОДНОЙ ДЕГАЗАЦИИ В ПОЗДНЕМ ТРИАСЕ
(ЮЖНЫЙ БЕРЕГ КРЫМА)**

6. Давыдов П.Д. Очерки Крыма. Харьков, 1888. 16 с.
7. Возняк Д.К., Грицик В.В., Квасница В.М., Галабурда Ю.А. Про включення нафти в мармароських діамантах // Доп. АН УРСР. 1973. Сер. Б. Т. 12. С. 1059–1062.
8. Зинчук И.Н., В.А. Калюжный, А.С. Ширица. Флюидный режим гидротермального минералообразования Центрального Донбасса. К.: Наукова думка, 1984. 104 с.
9. Галабурда Ю.А., Квасница В.Н. Генетическое и прикладное значение кристалломорфологии и включений кварца угленосных толщ Донбасса // Минералогическая кристаллография и ее применение в практике геолога –разведочных работ. К.: Наукова думка, 1986. С.170–172.
10. Наумко І.М., Занкович Г.О., Куземко Я.Д., Дяків В.О., Сахно Б.Е. Вуглеводневі гази флюїдних включень у “мармароських діамантах” з жил у відкладах флішової формації району нового Бескидського тунелю (Кросненська зона Українських Карпат) // Допов. Нац. акад. наук Укр. 2017. №10. С. 70–77. /doi.org/10.15407/dopovidy 2017.10.070.
11. Jarmolowicz-Szulc K. Characteristic features of vein fillings in the Southeastern part of the Polish Carpathians (calcite, quartz, bitumens) // Przegląd Geologiczny. 2001. V.49 (9). p. 785–792.
12. Крисак О.С. Закономерности распространения гидротермального кварца Селезневского угленосного района Донбасса // Инновационные перспективы Донбасса. Материалы 4-й Международной научно-практической конференции. 2018. С. 34–39.
13. Калюжный В.А., Сахно Б.Е. Перспективи прогнозування корисних копалин за типоморфними ознаками флюїдних включень вуглеводнів та вуглець-діоксиду. Закарпатський прогін, Складчасті Карпати, Україна // Геологія і геохімія горючих копалин. 1998. № 3. С. 133–147.
14. Лысенко В.И. Лавовые палеопотоки триасового вулканизма в Юго-западной части Горного Крыма // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. 2019. Т. 5(71). №3. С. 304–325.
15. Лысенко В.И. Характеристика вулканической толщи верхнего триаса в Юго-западной части Горного Крыма // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. 2019. Т. 5(71). №4. С. 230–253.
16. Калюжный В.А. Современное состояние проблемы. Углерод и его соединения в эндогенных процессах минералообразования (по включениям в минералах). Углерод и его соединения в эндогенных процессах минералообразования (по данным изучения флюидных включений в минералах). К.: Наук. думка, 1978. С. 3–16.
17. Павлишин В.И. Типоморфизм кварца, слюд и полевых шпатов в эндогенных образованиях. К.: Наукова думка, 1983. 232 с.
18. Jarmolowicz-Szulc K., Dudok I. Migration of palaeofluids in the contact zone between the Dukla and Silesian units, Western Carpathians – Evidence from fluid inclusions and stable isotopes in quartz and calcite // Geological Quarterly. 2005. V. 49(3). pp. 291–304.
19. Крисак О.С. Попов Ю.В. Минеральные ассоциации жил с кварцем типа диаманты Донбасса, Селезневского угленосного района (складчатый Донбасс) // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2021. № 2. С. 66–72.
20. Зацixa Б.В., Квасница В.Н., Галий С.А., Матковский О.И. Типоморфизм минералов полиметаллических и ртутных месторождений Закарпатья. К.: Наукова думка, 1984. С. 95–100.
21. Коболев В.П., Русаков О.М., Богданов Ю.А., Козленко Ю.В. Геофизические исследования в 27-м рейсе НИС «Владимир Паршин» в Черном море // Геофизический журнал. 2007. № 29(2). С. 167–178.
22. Kump L.R. The Geochemistry of Mass Extinction // Treatise on Geochemistry. 2003. V. 7(14). pp. 351–367.
23. Tanner L.H., Lucas S.G., Chapman M.G. Assessing the record and causes of Late Triassic extinctions // Earth-Science Reviews. 2004. V. 65(65). pp.103–139.
24. Blackburn T.J. Olsen P.E., Bowring S.A. et al. Zircon U-Pb geochronology links the end – Triassic extinction with the Central Atlantic Magmatic Province // Science. 2013. V. 340. pp. 941–945.

**"DIAMONDS" OF THE TESSEL PALEOVOLCANO ARE WITNESSES OF
HYDROCARBON DEGASSING IN THE LATE TRIASSIC
(SOUTHERN COAST OF CRIMEA)**

Lysenko V. I.¹, Shik N. V.²

¹Institute of Natural and Technical Systems; Branch of Moscow State University in Sevastopol, Sevastopol, Russia

²Sevastopol Center for Tourism, Local History, Sports and Excursions, Sevastopol, Russia

E-mail: ¹niagara_sev@mail.ru, ²shik.n@bk.ru

For commercial purposes, transparent quartz crystals with a «diamond» luster were called «diamonds» in the 19th century. According to scientific articles, their findings in Europe and America are found in quartz-carbonate veins in sedimentary rocks enriched with organic matter. Similar «diamond» crystals were found in the calcite veining zone on the surface of andesite lavas of the Tessel paleovolcano. The aim of the study was to investigate the paleogeographic conditions of the formation of “diamonds” in effusive rocks.

During geological work, the zones of carbonate veins in which “diamonds” were found and their contacts were studied. The habit of “diamonds” and the presence of hydrocarbons in them were studied. Thin sections of rocks from near-contact zones were studied using an Olympus BX 5 microscope with an Olympus DP 12 camera in the laboratory of the South-Ural Federal Scientific Center of Mining and Geophysics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences in Miass.

Zones with carbonate veins with “diamonds” are confined to the surface of the lavas of the paleoflow of the central zone. They are associated with zones of tectonic crushing. The veins are made of white calcite and have a lenticular shape with swellings. Near the contacts of calcite veins, pyritization of andesites is noted. At the intersections and in the lenticular forms of veins, voids with a druse texture are found. Their surface is covered with transparent crystals of calcite. Heteroepitactic growth of quartz is observed on elongated prismatic calcite crystals. Its crystals are characterized by a strong luster and have a pseudocubic and flat prismatic habit with a large set of facets. Small cavities in the transparent crystals of «diamonds» are filled with light oil and carbon fluids. When they are mechanically crushed, the crushed material smells of bitumen.

Unlike the Carpathians and the Eastern Donbass, carbonate veinlets, not quartz-carbonate veinlets, were formed in the lavas. This process was accompanied by pyritization of andesites near the veinlets and the formation of flat and pyramidal calcite crystals in the voids. At the final stage, the concentration of hydrocarbons in the fluids increased, which led to the growth of transparent quartz crystals on the elongated forms of calcite. When comparing Tessel “diamonds” with similar crystals from the Carpathians and Donbass, similarities and differences were identified that are related to temperature and fluid composition.

The general similarity of the conditions of diamond genesis in the volcanic rocks of Tesseli with other regions is their formation in hydrocarbon fluids.

**«ДИАМАНТЫ» ТЕССЕЛЬСКОГО ПАЛЕОВУЛКАНА ЯВЛЯЮТСЯ
СВИДЕТЕЛЯМИ УГЛЕВОДОРОДНОЙ ДЕГАЗАЦИИ В ПОЗДНЕМ ТРИАСЕ
(ЮЖНЫЙ БЕРЕГ КРЫМА)**

Tessel «diamonds» are indicators of the presence of oil and gas source strata at great depths, which were previously identified by geophysical methods of gravitational and geopotential.

The volcanic activity of the Tessel paleovolcano is associated with emissions of hydrocarbon fluids. This is confirmed by the formation of "diamonds" in carbonate veins. The emissions of effusive material from the depths of the Tessel paleovolcano were accompanied by significant volumes of gas fluids with hydrocarbon compounds. Due to the emissions of volcanic fluids from other volcanoes, the gas composition of the atmosphere and hydrosphere changed in the Late Triassic. Changes in climatic conditions on the Earth's surface occurred. This is associated with the late Triassic mass extinction of fauna in the marine environment and on land.

Keywords: quartz, «diamonds», hydrocarbon fluids, habit, vein zones, voids, andesite paleolavas, Tessel paleovolcano.

References

1. Pylyayev M.I. Dragocennyye kamni. Ikh svoystva, mestonahozhdenie i upotreblenie. Sankt- Peterburg.: Izd-vo. A.S. Suvorina, 1888. 403 s. (in Russian)
2. Suprychev V.A. Samocvety Kryma. Simferopol: Tavrida, 1974. 121 s. (in Russian)
3. Vityk M.O., Bodnar R.J., Dudok I.V. Fluid inclusions in marmarosh diamonds. Evidence for tectonic history of the folded Carpathian mountains // Ukraine. Tectonophysics, 1996. V. 255 (1–2). P.163–174. (in Russian)
4. Voznyak D.K., Kvasnica V.N., Galaburda Yu.A. Tipomorfnye osobennosti marmaroshskikh diamantov / Tipomorfizm kvarca Ukrainy. K.: Naukova dumka, 1974. 227 s. (in Russian)
5. Vovk O., Naumko I., Zankovych Y., Kuzemko Y. Comparisn of morphology of quartz crystals – “Marmarosh diamonds” – from Paleogene Flysch sequences of Krosno (Silesian) Zone, Dukla Zone in Ukrainian Carpathians, and Intra-Carpathian sequences of Western Carpathians // Mineralia Slovaca. 2022. V. 54, 2. pp.163–174. (in Russian)
6. Davydov P.D. Ocherki Kryma. Harkov, 1888. 16 s. (in Russian)
7. Voznyak D.K., Gricik V.V., Kvasnicya V.M., Galaburda Yu.A. Pro vkluychennya nafti v marmaroshskikh diamantah // Dop. AN URSS. 1973. Ser. B. T. 12. S. 1059–1062. (in Russian)
8. Zinchuk I.N., V.A. Kalyuzhnyj, A.S. Shirica. Flyuidnyj rezhim gidrotermalnogo mineraloobrazovaniya Centralnogo Donbassa. K.: Naukova dumka, 1984. 104 s. (in Russian)
9. Galaburda Yu.A., Kvasnica V.N. Geneticheskoe i prikladnoe znachenie kristallomorfologii i vkluychenij kvarca ugleosnyh tolsh Donbassa // Mineralogicheskaya kristallografiya i ee primeneniye v praktike geologo –razvedochnyh rabot. K.: Naukova dumka, 1986. S.170–172. (in Russian)
10. Naumko I.M., Zankovich G.O., Kuzemko Ya.D., Dyakiv V.O., Sahno B.E. Vuglevodnevi gazi flyuyidnih vkluychen u “marmaroshskikh diamantah” z zhil u vidkladah flishovoyi formaciyi rajonu novogo Beskidnogo tunelyu (Krosnenska zona Ukrayinskih Karpat) // Dopov. Nac. akad. nauk Ukr. 2017. №10. S. 70–77. /doi.org/10.15407/dopovidi.2017.10.070. (in Russian)
11. Jarmolowicz-Szulc K. Characteristic features of vein fillings in the Southeastern part of the Polish Carpathians (calcite, quartz, bitumens) // Przegląd Geologiczny. 2001. V.49 (9). p. 785–792.
12. Krisak O.S. Zakonomernosti rasprostraneniya gidrotermalnogo kvarca Seleznevskogo ugleosnogo rajona Donbassa // Innovacionnye perspektivy Donbassa. Materialy 4-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2018. S. 34–39. (in Russian)
13. Kalyuzhnyj V.A., Sahno B.E. Perspektivi prognozuvannya korisnih kopalin za tipomorfnyimi oznakami flyuyidnih vkluychen vuglevodniv ta vuglec-dioksidu. Zakarpatskij progin, Skladchasti Karpati, Ukrayina // Geologiya i geohimiya goryuchih kopalin. 1998. № 3. S. 133–147. (in Russian)
14. Lysenko V.I. Lavovye paleopotoki triasovogo vulkanizma v Yugo-zapadnoj chasti Gornogo Kryma // Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2019. T. 5(71). №3. S. 304–325. (in Russian)

15. Lysenko V.I. Harakteristika vulkanicheskoy tolshi verhnego triasa v Yugo-zapadnoj chasti Gornogo Kryma // Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2019. T. 5(71). №4. S. 230–253. (in Russian)
16. Kalyuzhnyj V.A. Sovremennoe sostoyanie problemy. Uglerod i ego soedineniya v endogennyh processah mineraloobrazovaniya (po vklyucheniya v mineralah). Uglerod i ego soedineniya v endogennyh processah mineraloobrazovaniya (po dannym izucheniya flyuidnyh vklyucheni v mineralah). K.: Nauk. dumka, 1978. S. 3–16. (in Russian)
17. Pavlishin V.I. Tipomorfizm kvarca, slyud i polevyh shpatov v endogennyh obrazovaniyah. K.: Naukova dumka, 1983. 232 s. (in Russian)
18. Jarmolowicz-Szulc K., Dudok I. Migration of palaeofluids in the contact zone between the Dukla and Silesian units, Western Carpathians – Evidence from fluid inclusions and stable isotopes in quartz and calcite // Geological Quarterly. 2005. V. 49(3). pp. 291–304.
19. Krisak O.S. Popov Yu.V. Mineralnye asociacii zhil s kvarcem tipa diamanty Donbassa, Seleznevskogo ughlenosnogo rajona (skladchatyj Donbass) // Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskij region. Estestvennye nauki. 2021. № 2. S. 66–72. (in Russian)
20. Zaciha B.V., Kvasnica V.N., Galij S.A., Matkovskij O.I. Tipomorfizm mineralov polimetallicheskikh i rtutnyh mestorozhdenij Zakarpatya. K.: Naukova dumka, 1984. S. 95–100. (in Russian)
21. Kobolev V.P., Rusakov O.M., Bogdanov Yu.A., Kozlenko Yu.V. Geofizicheskie issledovaniya v 27-m rejse NIS «Vladimir Parshin» v Chernom more // Geofizicheskij zhurnal. 2007. № 29(2). S. 167–178. (in Russian)
22. Kump L.R. The Geochemistry of Mass Extinction // Treatise on Geochemistry. 2003. V. 7(14). pp. 351–367.
23. Tanner L.H., Lucas S.G., Chapman M.G. Assessing the record and causes of Late Triassic extinctions // Earth-Science Reviews. 2004. V. 65(65). pp.103–139.
24. Blackburn T.J. Olsen P.E., Bowring S.A. et al. Zircon U-Pb geochronology links the end – Triassic extinction with the Central Atlantic Magmatic Province // Science. 2013. V. 340. pp. 941–945.

Поступила в редакцию 26.05.2025 г.