

Космическая катастрофа на границе мела и палеогена и ее следы в породах Горного Крыма

Анализ опубликованных материалов о последствиях космической катастрофы в конце мелового периода свидетельствует о глобальном распространении на поверхности Земли отложений огненного шара и локальном — кратерных выбросов в бассейне Карибского моря. В пределах Восточной Европы следы мел-палеогенового ударного события установлены на территории Горного Крыма по наличию в базальных отложениях палеогена ударнометаморфизованного кварца. Обосновывается его переотложенный характер в результате размыва отложений огненного шара.

В 1980 г. Л. Альваресом и его сотрудниками была установлена иридиевая аномалия в отложениях основания датского яруса на территории Дании и Италии и выдвинута гипотеза о ее предполагаемой генетической связи с крупномасштабным ударным событием в конце мезозойской эпохи [8]. Это открытие стимулировало проведение поисков и всестороннего изучения пограничного мел-палеогенового слоя на территории многих континентов и в акватории океанов. Результаты этих исследований, отраженные более чем в 2000 публикаций, позволили доказать глобальное распространение в пограничных отложениях мела и палеогена следов космической катастрофы, послужившей завершением мезозойской эпохи. На примере этого события была доказана большая роль метеоритной бомбардировки в геологической истории Земли и развитии ее органического мира [4, 10, 18 и др.].

К настоящему времени распространение пограничного слоя со следами космической катастрофы установлено на территории Европы, Азии, Африки, Северной Америки, Австралии и Новой Зеландии, а также в акватории Атлантического и Тихого океанов [4, 7, 11]. Всестороннее изучение пограничного слоя позволило сделать вывод о его глобальном распространении и проследить основные закономерности строения и состава. В большинстве разрезов пограничные отложения представлены в виде маломощного слоя глины, глинистого известняка или мергеля и получили название пограничной глины или пограничного слоя глины. Его мощность в большинстве изученных разрезов колеблется от первых сантиметров до первых десятков сантиметров. Нижняя граница четкая, но без следов размыва подстилающих отложений. Верхняя — нечеткая с постепенным переходом к залегающим выше отложениям. Пограничный слой состоит из глинистого вещества с включениями обломочного материала алевритовой или псаммитовой размерности. Глинистое вещество слоя представлено смектитом, каолинитом и некоторыми другими глинистыми минералами, а включения — кварцем, полевыми шпатами, обломками пород, микротектитам и некоторыми образованиями, установленными в настоящее время только в описываемых отложениях. В Европе, Азии, Африке и Австралии отложение пограничного слоя происходило в условиях непрерывной седиментации в морских бассейнах. На Североамериканском континенте пограничный слой отлагался в континентальных условиях, иногда в мелководных пресноводных бассейнах. На территории западных и юго-западных штатов США установлено двучленное строение пограничной глины [4, 23].

Выделение пограничного слоя глины первоначально было выполнено по приуроченной к нему геохимической аномалии иридия, сидерофильных и некоторых халькофильных элементов [8]. Строение аномалии и содержание в ней различных компонентов рассмотрено в многочисленных работах [1, 4, 8, 9 и др.]. Для проверки представлений о том, что аномалия приурочена к единственному уникальному слою, на примере пограничных отложений мелового и палеогенового периодов в Губбио (Италия) был изучен их разрез в интервале 10 млн лет — от

71,5 до 61,5 млн лет. Эти исследования полностью подтвердили существование единственной в данном интервале аномалии, приуроченной к основанию датского яруса [9].

При содержании иридия в породах земной коры около 0,03 нг/г в составе глины пограничного слоя содержание этого элемента повышается до 2,0 нг/г и выше, достигая 90 нг/г [4, 6, 9, 15]. Внутри слоя наиболее высокие концентрации иридия и сидерофильных элементов приурочены к его основанию и постепенно понижаются к верхней границе слоя. Кроме иридия, аномалия характеризуется повышенными концентрациями никеля, хрома, кобальта, рения, ванадия, мышьяка и ряда других элементов. Соотношения никеля, кобальта, хрома, железа, платиноидов в глине близки к их соотношениям в хондритах. В то же время отмечается некоторый дефицит никеля, в результате чего отношение никеля и иридия в рассматриваемых породах ниже хондритового [4, 6]. По содержанию в пограничной глине иридия и при допущении, что весь иридий ударника сосредоточен в этой породе, масса ударившего тела оценивается в $3,4 \cdot 10^{17}$ — $1,5 \cdot 10^{18}$ г [4, 14].

Для выяснения предполагаемой связи пограничного слоя с образованием крупной импактной структуры был изучен его минеральный состав с целью обнаружения ударнометаморфизованных минералов, стекол и высокобарических фаз минералов. Проведенные на примере многих разрезов исследования позволили установить наличие в пограничном слое обломков минералов и пород с признаками ударного метаморфизма. Наиболее распространенными проявлениями ударных воздействий являются системы планарных элементов в кварце и полевых шпатах. В составе слоя пограничной глины в Северной Америке кварц с проявлениями ударного метаморфизма составляет около 25 % его общего количества в осадке [10]. Более низкие содержания диаплектового кварца, составляющие первые проценты его общего содержания в пограничном слое, определены в разрезах Европы, Туркменистана и некоторых других регионов. Наиболее распространены системы $\{10\bar{1}3\}$, $\{10\bar{1}2\}$ и $\{10\bar{1}4\}$ [10, 13], которые характерны для ударнометаморфизованного кварца из многих астроблем, а последняя из указанных систем впервые диагностирована нами в импактных породах из кратеров Украинского щита [3]. В составе пограничного слоя был диагностирован стишовит, который в условиях земной коры имеет только ударное происхождение [4]. Большой интерес представляют находки в породах пограничного слоя алмазов микронной размерности, которые образовались или в результате конденсации, или по графиту под действием ударной волны [12]. Уникальным минералом, который до настоящего времени установлен только в породах пограничного слоя, является шпинель с высоким содержанием никеля. Постоянный компонент глины — углерод, присутствующий в виде пористых частиц сажи. Его общее содержание в пограничном слое глины в несколько раз превышает содержание этого элемента в подстилающих и перекрывающих породах. Предполагается, что распространение частиц сажи обусловлено пожарами древесной растительности в результате воздействия на нее огненного шара [4].

Важной составляющей пограничного слоя, установленной в различных регионах, являются сферические или каплеобразные частицы, состоящие из глинистого вещества. Находки в составе глины на территории ФРГ и в бассейне Карибского моря сферических частиц из свежего стекла, а также частиц, в составе которых стекло в различной степени замещено глинистым материалом, позволило диагностировать их как микротектиты и тектиты [11, 16, 20]. Размеры частиц — от долей миллиметра до 1, редко — до 8 мм. Состав свежего стекла микротектитов [20] близок к составу андезитов и граувакк. По форме, свойствам и строению микротектиты из пограничного мел-палеогенового слоя аналогичны микротектитам и тектитам из разновозрастных полей рассеивания. Отложения пограничного слоя глины в настоящее время рассматриваются как продукт отложения материала из огненного ша-

ра, образовавшегося при выбросе из импактной структуры тонкораспыленного вещества и пара.

При изучении пограничных мел-палеогеновых отложений в бассейне Карибского моря в последние годы были обнаружены приуроченные к этой границе грубообломочные породы, представляющие собой выбросы из кратера. Толща выбросов установлена на о-ве Гаити и в двух скважинах к югу от Кубы [15, 16].

На Гаити толща выбросов обнажается в его южной части в толще глауберовых известняков формации Белок в виде брекчии мафического состава мощностью от 46 до 124 см. Брекчия состоит из обломков основных и ультраосновных пород и содержит примесь кварца и полевых шпатов. В породах и минералах наблюдаются отчетливые проявления ударного метаморфизма. В базальной части слоя распространены микротектиты и тектиты. Содержание иридия в выбросах составляет 2,3 нг/г. Положение брекчии в разрезе известняков, по определению фауны, соответствует границе мелового и палеогенового периодов [16, 20].

Кроме о-ва Гаити, покров выбросов вскрыт двумя скважинами при морском бурении к югу от Кубы. В этом районе выбросы также представлены брекчиями. Распространение выбросов только в регионе между материками Северной и Южной Америки свидетельствует о близости импактной структуры.

Так как до последнего времени не была установлена импактная структура, образование которой определило формирование рубежа между меловым и палеогеновым периодами, изучение отложений огненного шара и выбросов являлось основой для предварительной оценки ее параметров, состава мишени и возможного расположения на поверхности Земли. Диаметр кратера определяли различными методами, в том числе по энергии метеоритного взрыва с использованием расчетных данных по массе ударника, количеству выброшенной пыли и некоторым другим данным. В большинстве работ диаметр кратера оценивается в 100—300 км [1, 6, 14]. В связи с тем, что образование некоторых метеоритных кратеров диаметров около 100 км, в том числе Попигайского и Маникуган, не сопровождалось глобальным распространением отложений огненного шара, более вероятными представляются оценки диаметра импактной структуры в 150—180 км и больше.

Изучение обломочного материала из отложений огненного шара и выбросов позволило определить следующий состав мишени, в которой была образована импактная структура на рубеже мелового и палеогенового периодов (%): породы континентальной коры — 10; породы океанической коры — 20; материал мантии — 70 [15]. Подобный состав мишени накладывает ряд ограничений на определение возможного региона образования кратера. В то время как преобладающее распространение в выбросах пород океанической коры и мантии свидетельствует об образовании кратера в океанических условиях, присутствие в пограничном слое кварца, полевых шпатов и некоторых других компонентов может быть объяснено ограниченным развитием в районе удара пород континентальной коры. Трудность подбора соответствующего состава и строения земной поверхности в точке падения метеорита породила представления об образовании пограничного слоя в результате одновременного падения двух или нескольких метеороидов, образовавших кратеры в океаническом дне и на континенте [4, 23].

В настоящее время возраст границы мелового и палеогенового периода принимается равным 64—66 млн лет, наиболее часто — 65 млн лет. При поисках импактной структуры (или импактных структур), ответственных за события на мел-палеогеновом рубеже, были рассмотрены кратеры, возраст которых около 65 млн лет. К ним относятся следующие структуры:

1. Кратер Мэнсон в США диаметром 32 км, образованный в кристаллических породах. После установления двучленного строения пограничного слоя на Североамериканском континенте кратер Мэнсон рас-

смачивается как источник материала для образования верхнего про-
слоя этих отложений [23].

2. Карская и Усть-Карская астроблемы диаметром соответственно 60 и 25 км. Кратеры образованы в толще палеозойских и верхнепротерозойских осадочных и вулканогенных образований [1, 4].

3. Каменская и Гусевская астроблемы в Ростовской области России диаметром соответственно 25 и 3 км [4]. Даже в случае образования этих импактных структур на мел-палеогеновом рубеже они не могли внести заметный вклад в образование пограничного слоя.

На протяжении 80-х годов учеными из ВСЕГЕИ и ГЕОХИ АН СССР активно развивались представления о Карской и Усть-Карской структурах, с образованием которых связаны события окончания мезозойской эры. В связи с очевидным несоответствием параметров этих кратеров расчетному диаметру структуры и для объяснения преобладания в пограничном слое вещества океанической коры были выдвинуты представления о большем диаметре этих структур, в том числе Усть-Карской астроблемы — до 150 км [1], или об одновременном образовании с Карскими кратерами гипотетической импактной структуры в Беринговом море [4]. Выполненные в последнее время новые определения возраста Карской астроблемы показали, что он составляет более 70 млн лет и образование этой структуры предшествовало образованию кратера на границе мелового и палеогенового периодов [19]. Кроме того, установление покрова первичных выбросов на мел-палеогеновой границе только в бассейне Карибского моря позволило определить вероятный регион образования кратера и доказало несостоятельность представлений о Карских структурах как ответственных за катастрофические события в конце мелового периода.

После обнаружения и изучения покрова выбросов на о-ве Гаити и в двух скважинах в Карибском море в обширном регионе между материками Северной и Южной Америки начались интенсивные поиски метеоритного кратера [15, 17].

В настоящее время в качестве импактной структуры, образовавшейся на границе мелового и палеогенового периодов и определившей катастрофические события на этом рубеже, рассматривается кратер Чиксулуб в Мексике [17, 21 и др.]. Кратер Чиксулуб расположен на севере п-ова Юкатан. Он выделен по кольцевым гравитационной и магнитной аномалиям диаметром около 200 км. В центральной части структуры нефтяная компанией ПЕМЕКС пробурена скважина, изучение керна которой позволило надежно диагностировать эту структуру как погребенный метеоритный кратер. Образцы пород из керна скважины в интервалах 1208—1211 и 1295—1299 м ниже уровня моря представлены аллогенными брекчиями и импактитами. Обломки пород и минералов из брекчии содержат отчетливые признаки ударного метаморфизма. Андезитоподобные породы из скважины определены как расплавные импактиты [21]. Параметры импактной структуры Чиксулуб, ее положение на расстоянии около 1000—1900 км от нахождения покрова выбросов в Карибском море и на Гаити, а также состав пород мишени и импактитов в ней хорошо согласуются с закономерностями по распространению и составу выбросов и имеющих глобальное распространение отложений пограничного слоя. Эти данные позволяют интерпретировать кратер Чиксулуб как единственную или главную импактную структуру, образование которой в конце мелового периода привело к формированию одного из важнейших рубежей в геологической истории Земли. Как указано выше, кратер Мэнсон, вероятно, внес вклад в образование пограничного слоя глины в Северной Америке [23].

Для восстановления масштабов и последовательности событий, происходящих при образовании крупной импактной структуры, на ЭВМ были проведены расчеты столкновения с поверхностью Земли астероида диаметром 10 км [22]. Были определены размеры растущего кратера на различных фазах метеоритного взрыва, количество выброшенного материала, пространственное распределение выбросов и мно-

гие другие данные. Для сопоставления полученных данных с некоторыми реально наблюдаемыми образованиями пограничной мел-палеогеновой структуры представляют интерес расчеты массы выброшенного из кратера материала, согласно которым атмосфера над областью удара полностью удаляется и выброс материала происходит в условиях, близких к вакууму. При ударе в океан масса выброшенного на высоту более 80 км вещества составляет около $9 \cdot 10^{12}$ т, на высоту от 30 до 80 км — $1 \cdot 10^{13}$ т, на высоту 13—30 км — $1,5 \cdot 10^{13}$ т [22]. Масса пылеватого материала, отложившегося на всей поверхности Земли в составе пограничного слоя, сопоставима с данными расчетов в этой работе.

Выброшенный в атмосферу пылеватый материал распространился над всей поверхностью Земли в виде огненного шара и вызвал ее затемнение на несколько месяцев [4]. Резкое понижение инсоляции определило понижение температуры на поверхности ниже точки замерзания воды на срок от нескольких месяцев до года. Эти события должны были привести к вымиранию до трех четвертей организмов, обитавших на Земле в конце мелового периода. Анализ распространения 961 семейства и 4363 родов из 33 групп морских, пресноводных, наземных животных и растений, существовавших с кампанского века до среднего эоцена включительно, показал, что в конце маастрихта перестало существовать 16,3 % семейств, что в 7,4 раза выше фонового уровня. Данные по девяти группам организмов, включая двусторчатых и брюхоногих моллюсков, костистых рыб и динозавров, позволили оценить уровень вымирания видов в конце маастрихта в 90 % по сравнению с нормальным уровнем в конце кампанского, датского и монского веков — около 54—64 % [4]. Согласно высказыванию Р. А. Керра, «... для все большего числа палеонтологов становится очевидным, что именно удар вызвал вымирание, произошедшее 66 млн лет назад» [18, с. 162].

В настоящее время продолжается накопление информации о катастрофическом событии на границе мезозойской и кайнозойской эпох как при поисках и изучении новых разрезов пограничных отложений в различных точках на поверхности Земли, так и в результате изучения кратера Чиксулуб, что должно привести к более полному пониманию роли космической катастрофы в образовании рубежа между мезозойской и кайнозойской эпохами.

На всей территории Юго-Восточной Европы до последнего времени пограничный слой глины не был установлен. Попытки поисков ударнометаморфизованных минералов и иридиевой аномалии в отложениях основания датского яруса в Крыму, проведенные сотрудниками ГЕОХИ Российской АН, не увенчались успехом (устное сообщение М. А. Назарова). Вместе с тем поиски отложений огненного шара в пограничных отложениях на огромной территории от Центральной Европы до Закаспия представляют интерес.

На территории Украины разрезы пограничных отложений мела и палеогена установлены в Днепровско-Донецкой впадине, на Карпатах, в Львовско-Волынском бассейне, Причерноморской впадине, Крыму и некоторых других регионах. Для большинства регионов установлено трансгрессивное залегание основания датского яруса на размытой поверхности маастрихтских отложений [5]. Наиболее благоприятным регионом для изучения пограничных отложений маастрихтского и датского ярусов в Украине является Горный Крым, в различных районах которого описаны непрерывные разрезы пограничных отложений, характеризующиеся хорошей обнаженностью [2, 5].

Отложения датского яруса в виде узкой полосы протягиваются по северному склону Крымских гор от устья р. Черная на западе до г. Феодосия на востоке. Выделяются три участка распространения пограничных отложений. Западный участок протягивается от р. Черная на западе до бассейна р. Кача на востоке. Центральный охватывает бассейн рек Индола и Биюк-Карасу. Восточный участок протягивается от г. Старый Крым на западе до г. Феодосия на востоке [2]. Выбор разрезов

и обнажений для поисков в них следов ударного события был основан на анализе опубликованных данных [2, 5 и др.], а также на рекомендациях Б. Ф. Зерneckого (устное сообщение).

Поиски и изучение пограничного слоя проводили в пределах западного участка на склонах горы Мангуп-Кале, на правом берегу р. Бельбек у с. Малое Садовое и в окрестностях г. Бахчисарай. В центральном участке разрезы пограничных отложений изучали на южных склонах горы Бор-Кая. В пределах восточного участка распространения

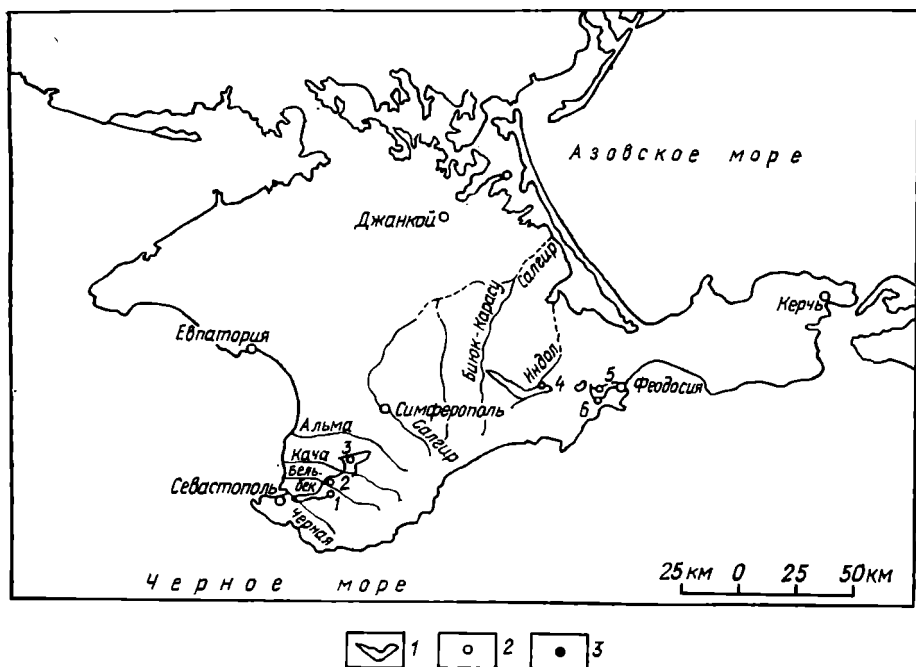


Рис. 1. Схема распространения нижнепалеоценовых отложений в Горном Крыму [2]

1 — площади выходов пограничных мел-палеогеновых и нижнепалеогеновых отложений; разрезы пограничных отложений; 2 — изученные, 3 — в которых установлен ударнометаморфизованный кварц

отложений датского яруса в Горном Крыму поиски отложений огненного шара и изучение разрезов пограничных маастрихт-датских отложений были проведены на горе Клементьева и в Насыпкойской балке (рис. 1, 2). Проведенные исследования позволили установить отсутствие в изученных разрезах пограничного слоя, образовавшегося непосредственно в результате выпадения вещества из огненного шара. В то же время минералогические исследования пород из основания датского яруса позволили установить присутствие в них ударнометаморфизованного кварца. Ниже в качестве примера приводится описание разреза пограничных отложений по обнажениям горы Клементьева.

На крутых юго-западных склонах горы в многочисленных оврагах и промоинах наблюдаются сплошные разрезы пограничных слоев маастрихта и дания. По данным работ [2, 5], кровля отложений маастрихта проводится по поверхности однородной толщи серых мергелей. Эти отложения, слагающие нижние части склонов, представлены серыми и пепельно-серыми мергелями, которые при выветривании на поверхности рассыпаются в дресву. На них без видимого перерыва залегают отложения датского яруса, образующие следующий разрез (снизу вверх):

1. Мелкозернистый алевритистый глауконитовый песчаник зеленовато-серого цвета. В его основании наблюдаются стяжения темно-зеленого глауконита размером от 0,5 до 2,0 мм, а также единичные зубы акул. Мощность — 0,25 м.

2. Известковистый алеврито-глинистый сланец с тонкой плитчатой отдельностью. Мощность — 0,40 м.

3. Алевритистый зеленовато-серый глауконитовый песчаник. В нижней части слоя наблюдаются стяжения глауконита размером до 3,0 мм, а также единичные мелкие зубы акул. Мощность — 0,50 м.

4. Мергель темно-серый. Мощность — 1,20 м.

5. Брекчиевидная зеленовато-серая порода, состоящая из обломков серых мергелей и алеврито-глинистых сланцев. Размер обломков до 8 см. В породе на расстоянии 5—8 см от подошвы слоя наблюдаются редкие стяжения сульфидов, частично замещенных бурыми гидроксидами железа. Мощность — 0,85 м.

6. Плотный серый мергель. Мощность — 1,40 м.

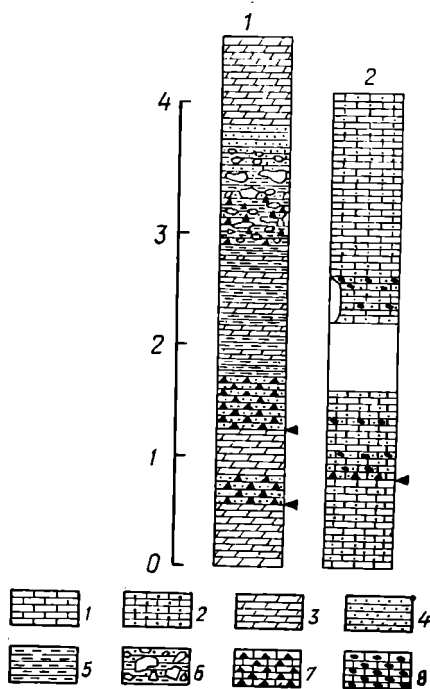
7. Переслаивание серых массивных мергелей и алевритистых мергелей, при выветривании рассыпающихся в дресву. Мощность прослоев от 9 до 40 см. Мощность — 3,10 м.

В залегающей выше части разреза отложений датского яруса наблюдается переслаивание светло-серых известняков с подчиненными по мощности прослоями серых мергелей.

При микроскопическом изучении пород описанного разреза в составе базального слоя мелкозернистого глауконитового песчаника был установлен кварц с планарными элементами. Порода состоит из обломочных зерен минералов и глауконита, погруженных в известково-глинистый цемент. Соотношение содержания цемента и обломочных зерен непостоянно и изменяется в широких пределах даже в составе одного шлифа. Глауконит образует изометричные округлые или глобулярные зерна размером от 0,08 до 0,5 мм и более. Цвет его в шлифах от светло- до темно-зеленого. Преобладающий размер кластических зерен в песчанике составляет 0,08—0,12 мм. Зерна представлены кварцем, полевыми шпатами, среди которых отмечается свежий плагиоклаз, обломочными зернами карбонатов, слюдой и частицами непрозрачного органического вещества. Форма зерен неправильная, остроугольная без признаков обработки при транспортировке. Ударнометаморфизованный кварц в виде единичных зерен распространен в основании базального слоя в интервале около 1 см от контакта с подстилающими породами. Кроме пород базального слоя кварц с признаками ударного метаморфизма был установлен в основании залегающего выше слоя 3, представленного мелкозернистым алевритистым песчаником.

Рис. 2. Литологические разрезы отложений основания датского яруса в Горном Крыму:

1 — обн. ДТ-8, Восточный Крым, гора Клементьева; 2 — обн. ДТ-14, Западный Крым, р. Бельбек; 3 — известняки; 4 — алевритистые известняки; 5 — мергели; 6 — песчаники, алевритовые песчаники; 7 — глинистые сланцы; 8 — брекчиевидные породы; 9 — глауконит в породах; 10 — включения кремней. Стрелками показаны участки разрезов, содержащих ударнометаморфизованный кварц



При изучении шлифов пород из всех исследованных разрезов ударнометаморфизованный кварц был диагностирован также в породах основания датского яруса на западном участке Горного Крыма (рис. 1, 2).

Кварц со следами ударных воздействий представлен остроугольными зернами размером 0,06—0,12 мм. В кварце наблюдается одна, реже две системы планарных элементов (рис. 3). По данным 18 замеров кристаллографической ориентировки планарных элементов, наиболее распространена система по $\{10\bar{1}3\}$, реже — система по $\{10\bar{1}4\}$, а также по $\{10\bar{1}2\}$ и некоторым другим кристаллографическим направлениям. Подобная ориентировка систем планарных элементов свидетельствует об

испытанных кварцем ударных давлениях около 12—16 ГПа [3]. Свойства диаплектового кварца из отложений основания датского яруса в Крыму аналогичны его свойствам из многих разрезов пограничного слоя, где он характеризуется развитием одной-двух систем планарных элементов и ударными давлениями ниже 20 ГПа [10, 13].

Особенностями распространения диаплектового кварца в пограничных мел-палеогеновых отложениях Горного Крыма являются его низкое содержание в базальном слое датского яруса, а также распространение в составе двух слоев песчаника в разрезе на горе Клементьева. Эти данные позволяют предположить, что базальный слой датского

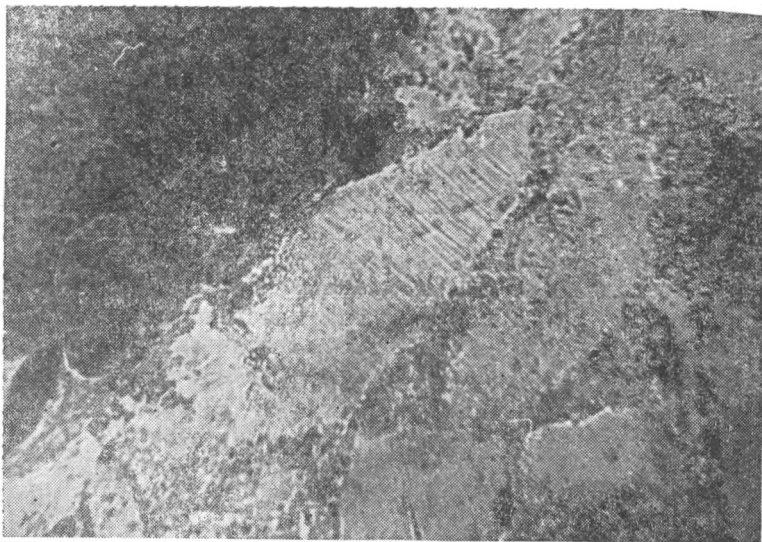


Рис. 3. Зерно кварца с системой планарных элементов
Темное — глаукоцит. Ув. 85. Без анализатора

яруса образовался после размыва пограничного слоя, отложившегося из вещества огненного шара и послужившего источником ударнометаморфизованного кварца в рассматриваемых породах. Существование размыва подтверждается распространением конгломератов в основании датского яруса на горе Бродской в Восточном Крыму. Таким образом, в отличие от пограничных мел-палеогеновых отложений Северной Америки, Западной и Центральной Европы и некоторых других регионов, в которых накопление продуктов кратерообразования происходило непосредственно при выпадении материала из атмосферы, появление ударнометаморфизованных минералов в основании отложений датского яруса в Горном Крыму связано с размывом и переотложением осадков огненного шара. Тем не менее присутствие диаплектового кварца в породах пограничных отложений в Крыму является еще одним подтверждением глобального распространения импактного материала в пределах мел-палеогеновой границы на поверхности Земли. Выявленный ударнометаморфизованный кварц — это минералогический критерий для установления положения мел-палеогеновой границы, который позволяет синхронизировать пограничные отложения Крыма с одновозрастными образованиями на всей поверхности Земли.

Образование 200-километровой импактной структуры в конце мелового периода сопровождалось отложением выброшенного из кратера вещества по всей поверхности Земли от Северной Америки до Азии, Новой Зеландии и акватории Тихого и Атлантического океанов. Связанные с формированием кратера события определили появление одного из важнейших в фанерозое рубежей на границе мезозойской и кайнозойской эпох. Установление важной роли космического фактора в истории геологического развития Земли требует проведения дальнейших исследова-

дований як по изучению пограничных мел-палеогеновых отложений, так и по поискам импактного вещества на важнейших стратиграфических рубежах.

1. Алексеев А. С., Бадюков Д. Д., Барсукова Л. Д. и др. Карская структура и ее связь с мел-палеогеновым ударным событием // Тез. докл. XXI Всесоюз. метеорит. конф.— М., 1990.— С. 3—4.
2. Горбач Л. П. Стратиграфия и фауна моллюсков раннего палеоцена Крыма.— М. : Недра, 1972.— 115 с.
3. Гуров Е. П., Гурова Е. П., Ракицкая Р. Б. Об ориентировке систем планарных элементов в кварце из пород взрывных метеоритных кратеров // Зап. Всесоюз. минерал. о-ва.— 1979.— Ч. 108, вып. 5.— С. 578—584.
4. Импактные кратеры на рубеже мезозоя и кайнозоя / Отв. ред. В. Л. Масайтис.— Л. : Наука, 1990.— 192 с.
5. Стратиграфия УРСР. Т. 8. Крейда / Відп. ред. О. К. Каптаренко-Черноусова.— К. : Наук. думка, 1971.— 320 с.
6. Назаров М. А., Бадюков Д. Д., Барсукова Л. Д., Алексеев А. С. Параметры мел-палеогенового ударного события // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол.— 1988.— Т. 63, вып. 4.— С. 33—54.
7. Alwared W., Alwared L. W., Asaro F., Michel H. V. The end of Cretaceous: Sharp boundary or gradual transition // Science.— 1984.— Vol. 223, N 4641.— P. 1183—1186.
8. Alwared L. W., Asaro F., Michel H. V. Extraterrestrial cause for the Cretaceous—Tertiary boundary extinction: Experimental results and theoretical interpretations // Ibid.— 1980.— Vol. 208, N 4448.— P. 1095—1108.
9. Alwared W., Asaro F., Montenari A. Iridium profile for 10 million years across Cretaceous—Tertiary boundary at Gubbio (Italy) // Ibid.— 1991.— Vol. 250, N 4988.— P. 1700—1702.
10. Bohor B., Foord E., Modresky P., Triplehorn D. The K/T boundary clay layer: fallout from an asteroid impact // Lunar Planet. Sci. Conf. XV (Houston, Mar. 1984).— Houston, 1984.— P. 74—75.
11. Bohor B. F., Modresky P. J., Foord E. E. Shocked quartz in the Cretaceous—Tertiary boundary clays: evidence for a global distribution // Science.— 1987.— Vol. 236, N 4802.— P. 705—709.
12. Gilmour I., Russel S. S., Pillinger C. T. a. o. Origin of microdiamonds in K/T boundary clays // Lunar Planet. Sci. Conf. XXIII (Houston, Mar. 1992).— Houston, 1992.— P. 413—414.
13. Grieve R. A. F., Alexopoulos J. Microscopic planar features in quartz from Scollard Canyon, Alberta, and the Cretaceous—Tertiary boundary event // Can. J. Earth Sci.— 1988.— N 25.— P. 1530—1534.
14. Grieve R. A. F., Sharpton V. L. The K/T impact event: some implications from the evidence // Lunar Planet. Sci. Conf. XVII (Houston, Mar. 1986).— 1986.— P. 289—290.
15. Hildebrand A. R., Boynton W. V. Proximal Cretaceous—Tertiary boundary impact deposits in the Caribbean // Science.— 1990.— Vol. 248, N 4957.— P. 843—847.
16. Izett G. A., Dalrymple G. B., Snee L. W. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age of Cretaceous—Tertiary boundary tektites from Haiti // Ibid.— 1991.— Vol. 252, N 5012.— 1539—1542.
17. Kerr R. A. Commotion over Caribbean impacts // Ibid.— 1990.— Vol. 250, N 4984.— P. 1081.
18. Kerr R. A. Dinosaurs and friends snuffed out? // Ibid.— 1991.— Vol. 251, N 4990.— P. 160—162.
19. Koebert C., Sharpton V. L., Murali A. V., Burke K. Kara and Ust—Kara impact structures (USSR) and their relevance to the K/T boundary event // Geology.— 1990.— Vol. 18.— P. 50—53.
20. Maurrisse F. J—M. R., Sen G. Impact, tsunamis and Haitian Cretaceous—Tertiary boundary layer // Science.— 1991.— Vol. 252, N 5013.— P. 1690—1693.
21. Quezada J. M., Marin L. E., Sharpton V. L. a. o. The Chicxulub impact structure: shock deformation and target composition // Lunar Planet. Sci. Conf. XXIII (Houston, Mar. 1992).— Houston, 1992.— P. 1151—1152.
22. Roddy D. S., Schuster S. H., Rosenblatt M. a. o. Computer modeling of large asteroid impacts into continent and ocean sites: atmospheric, cratering and ejecta dynamics // Lunar Planet. Inst. contrib.— 1988.— N 676.— P. 158—159.
23. Shoemaker E. M., Izett G. A. Stratigraphic evidence from western North America for multiple impacts at the K/T boundary // Lunar Planet. Sci. Conf. XXIII (Houston, Mar. 1992).— Houston, 1992.— P. 1253—1254.

Ин-т геол. наук АН Украины,
Київ

Статья поступила
16.02.93

Резюме

Аналіз опублікованих матеріалів про наслідки космічної катастрофи наприкінці крейди свідчить про глобальне поширення на поверхні Землі відкладів вогняної кулі та локальне — кратерних викидів у басейні Карібського моря. У межах Східної Європи

сліди *крейдо-палеогенової* ударної події встановлені на території Гірського Криму за наявністю у базальних відкладах палеогену ударнометаморфізованого кварцу. Обґрунтовується його перевідкладений характер внаслідок розмиву відкладів вогняної кулі.

Summary

Published materials about the space catastrophe at the end of the Cretaceous period evidence for global occurrence of the fireball layer on the Earth surface and the local occurrence of ejecta only in the Carribean basin. Traces of the K/T boundary shock event in the Eastern Europe are established in the territory of the Mountain Crimea by the shock metamorphosed quartz in the basal layer of Paleogene. The shock metamorphosed quartz was redeposited as a result of the fireball layer washed out.

УДК [563.12+561.258]:551.781.42(477.63+477.45)

Б. Ф. Зернецкий, С. А. Люльева, Т. С. Рябоконт

Стратиграфическое и палеогеографическое значение среднеэоценовых микрофоссилий южного склона Украинского щита

Послойное микропалеонтологическое исследование среднеэоценовых отложений на южном склоне Украинского щита позволяет коррелировать картируемые здесь отложения киевской свиты с новопавловским горизонтом Крыма, оверзским, маринезийским, бартонским ярусами Западной Европы. По нанопланктону установлена зона NP 16 *Discoaster tanii nodifer* стандартной шкалы Мартини и подзона CP 14 *Discoaster bifax* шкалы Окады—Бакри. Преимущественное развитие в изученных разрезах мелких бентосных фораминифер, присутствие нуммулитов, малая численность дискоастеров и сфенолитов среди представителей известкового нанопланктона свидетельствуют о мелководности бассейна осадконакопления.

В последние годы, особенно в связи с проведением глубоководного бурения в морях и океанах, резко возрос интерес к микрофоссилиям, играющим решающую роль при стратификации и корреляции осадочных образований. На платформенных мелководных участках при установлении возраста вмещающих пород обычно использовались многочисленные остатки конхилиофауны, которые прежде вполне удовлетворяли геологов-съемщиков для определения (установления) возраста. При этом корреляция проводилась весьма провизорно.

Тщательное послойное палеонтологическое опробование разрезов выявило ряд особенностей, обычно ускользающих от внимания исследователей. Нами впервые было установлено на южном склоне Украинского щита (УЩ) широкое развитие в осадках палеогена кокколитофорид, выявлены горизонты с нуммулитами и изучены комплексы мелких бентосных фораминифер. Все это позволило произвести широкие корреляционные построения и сравнить изученные разрезы со стратотипами Западной Европы. Наибольшей палеонтологической информацией обладают прекрасные искусственные разрезы (карьеры) в долине р. Ингул к югу от г. Кировограда (села Первозвановка, Калиновка) и на р. Ингулец, к югу от г. Кривой Рог (села Визирка, Ингулец, Широкое) [4], а также ряд обнажений в долине среднего течения р. Ю. Буг, которые и послужили базой наших исследований.

К югу от г. Ингулец, в глубокой горной выработке на докембрийских железистых кварцитах можно наблюдать осадочную толщу кайнозойских образований. Разрез западной стенки карьера ИнГОК представлен снизу вверх следующими тремя толщами: углистых песков и глин с прослоями лигнита; темно-зеленых детритусовых разнозернистых песков; голубовато-зеленых алевритов и алевролитов с прослоями нуммулитов. В разрезе восточной стенки карьера этим толщам снизу вверх соответствуют: углистые пески и глины с прослоем лигнита; темно-зеленые плотные глины и светло-серый местами окремненный мергель.

© Б. Ф. ЗЕРНЕЦКИЙ, С. А. ЛЮЛЬЕВА, Т. С. РЯБОКОНЬ, 1994