

**А.Б. Климчук, Е.И. Тимохина, Г.Н. Амеличев****Проявления гипогенного карста в глинистых отложениях юго-западной части Предгорного Крыма**

Климчук А.Б., Тимохина Е.И., Амеличев Г.Н. Проявления гипогенного карста в глинистых отложениях юго-западной части Предгорного Крыма // Спелеология и карстология. – № 11. – Симферополь. – 2013. - С. 21-27.

Резюме: В статье охарактеризованы карстовые каналы и поверхностные формы в мергелях альминской свиты у с. Верхнесадовое в юго-западной части крымского Предгорья. Скульптурная морфология полостей несовместима с поверхностным стоком и нисходящей фильтрацией, но характерна для напорных каналов гипогенного спелеогенеза. Высокая карбонатность глинистых отложений альминской свиты определяет ведущую роль растворения в расширении первичных путей фильтрации и делает возможным формирование по ним крупных каналов со скульптурной морфологией. В условиях сосредоточенной восходящей разгрузки, остаточный мелкодисперсный материал выносился наружу во взвешенном состоянии. Поверхностные формы, образованные денудационным раскрытием полостей, расположены беспорядочно по отношению к элементам рельефа, что отражает характерное для гипогенного спелеогенеза отсутствие их генетической связи с рельефом. Представленные результаты показывают возможность формирования крупных субвертикальных гипогенных каналов в глинистых толщах, разделяющих известняковые пачки палеоцена, эоцена и неогена, тем самым подтверждая региональную модель гипогенного спелеогенеза, предусматривающую наличие сквозьформационных линейно-локальных зон высокой проницаемости и восходящих перетоков между горизонтами по таким зонам. Обследованные формы образуют выраженный кластер каналов сосредоточенной восходящей разгрузки (ныне иссякнувшей ввиду углубления ложа р. Бельбек), что указывает на наличие и функционирование сквозной канало-полостной системы в нижележащих напорных водоносных горизонтах и комплексах эоценовых, палеоценовых и верхнемеловых отложений.

Ключевые слова: гипогенный карст; спелеогенез в глинистых отложениях; Крым; Предгорный Крым.

Климчук О.Б., Тимохина Е.И., Амеличев Г.М. Прояви гіпогенного карсту у глинистих відкладах південно-західній частини Передгірного Криму // Спелеологія і карстологія. – № 11. – Симферополь. - 2013. – С. 21-27.

Резюме: У статті охарактеризовані карстові канали і поверхневі форми у мергелях альмінської свити у с. Верхньосадове у південно-західній частині кримського Передгір'я. Скульптурна морфологія порожнин неспівставна з поверхневим стоком і низхідною фільтрацією, але притаманна напірним каналам гіпогенного спелеогенезу. Висока карбонатність глинистих відкладів альмінської свити визначає провідну роль розчинення у розширенні первинних шляхів фільтрації і робить можливим формування по них великих каналів зі скульптурною морфологією. В умовах зосередженого висхідного розвантаження, залишковий дрібнодисперсний матеріал виносився назовні в підвішеному стані. Поверхневі форми, утворені денудацийним розкриттям порожнин, розташовані безладно по відношенню до елементів рельєфу, що відображає характерну для гіпогенного спелеогенезу відсутність їх генетичного зв'язку з рельєфом. Представлені результати демонструють можливість формування великих субвертикальних гіпогенних каналів у глинистих товщах, що розділяють вапнякові пачки палеоцену, еоцену і неогену, тим самим підтверджуючи регіональну модель гіпогенного спелеогенезу, яка передбачає наявність кризьформацийних лінійно-локальних зон високої проникності та висхідних перетоків між горизонтами по таких зонах. Обстежені форми утворюють виражений кластер каналів зосередженого висхідного розвантаження (нині згаслого зважаючи на поглиблення ложа р. Бельбек), що вказує на наявність і функціонування наскрізної канало-порожнинної системи у нижчезалегаючих напірних водоносних горизонтах і комплексах еоценових, палеоценових і верхньокрейдових відкладів.

Ключові слова: гіпогенний карст; спелеогенез у глинистих відкладах; Крим; Передгірний Крим.

Klimchouk A.B., Timokhina E.I. Amelichev G.N. Manifestations of hypogene karst in clayey sediments of the south-western part of the Crimean Piedmont // Speleology and Karstology. - № 11. - Simferopol. - 2013. – P. 21-27.

Abstract: The article describes the karst conduits and surface forms in marls of the Alminskaya series near Verkhnesadovoe village in the south-western part of the Crimean Piedmont. Sculptured morphology of cavities is not compatible to surface runoff and downward filtration, but is characteristic to hypogene karst conduits. High carbonate content in clayey deposits of the Alminskaya series determines the leading role of dissolution in enlarging primary filtration pathways, making it possible the formation of large

conduits with sculptured morphology. In the context of concentrated rising discharge, residual clay particles were driven out in a suspended state. Surface features, formed by denudational opening of cavities, are located randomly with respect to the elements of the relief, which reflects the lack of their genetic connection with relief characteristic of hypogene speleogenesis. The results of this study demonstrate the possibility of large sub-vertical hypogenic channels to form in clayey strata separating limestone series of Paleocene, Eocene and Neogene, thereby confirming the regional model hypogene speleogenesis. The latter implies a presence of cross-formational linear-local zones of high permeability and ascending communication between confined aquifers along such zones. The studied features constitute a distinct cluster of conduits of concentrated upward discharge (now ceased due to deepening of the river bed of Belbek), which indicates the presence and functioning of a conduit-void system in the underlying confined aquifers in Eocene, Paleocene and Upper Cretaceous strata.

Keywords: hypogene karst; speleogenesis in clayey sediments; Crimea; Crimean Piedmont.

ВВЕДЕНИЕ

Исследованиями Украинского Института спелеологии и карстологии последних лет установлено широкое распространение реликтовых форм гипогенного спелеогенеза в Предгорном Крыму, наиболее выразительно и полно представленных в палеоценовых и эоценовых известняковых толщах, экспонированных в куэстах Внутренней гряды (Гипогенный карст Предгорного Крыма..., 2013). Фрагменты гипогенных каналово-полостных систем также повсеместно наблюдаются в обнажениях неогеновых карбонатных пород в аструктурных обрывах Внешней (третьей) гряды и расчленяющих их балок (гроты, ниши, вертикальные трещинные и округлые каналы, сотово-ячеистые поверхности; Шмачков, Шик, 2013), а также вскрываются строительными работами в пределах Гераклейского плато и других участков (изолированные камеры и трещинные каналы).

Гипогенный спелеогенез связан с восходящим водообменом через слои и толщи растворимых пород (Климчук, 2013). В Предгорном Крыму, в условиях гетерогенной и тектонически нарушенной пластовой структуры, каналово-полостные

системы образовывались линейно-локальными сквозьформационными потоками трещинно-жильных вод, контролируемые тектоническими разрывами и сквозными по разрезу зонами трещиноватости («трещинными коридорами»). Локальные системы восходящих потоков характеризуются сложной структурой каркаса преимущественной фильтрации (рис. 1 А), составляющего основу для формирования пространственно разобщенных, но генетически и функционально связанных каналов и полостей на разных уровнях (рис. 1 Б). В интервалах разреза, сложенных растворимыми породами, развиваются карстовые каналы и полости значительных размеров, тогда как структуры проницаемости в интервалах нерастворимых пород обычно остаются малоизмененными, обеспечивая гидравлический контроль гипогенного спелеогенеза.

В Предгорном Крыму закарстованные толщи карбонатных пород палеоцена, нижнего эоцена и миоцена разделяются толщами преимущественно глинистых отложений. Сквозьформационные восходящие потоки трещинно-жильных вод, с которыми связывается развитие каналово-полостных систем в карбонатных породах, должны были пересекать две такие глинистые толщи, которые считаются

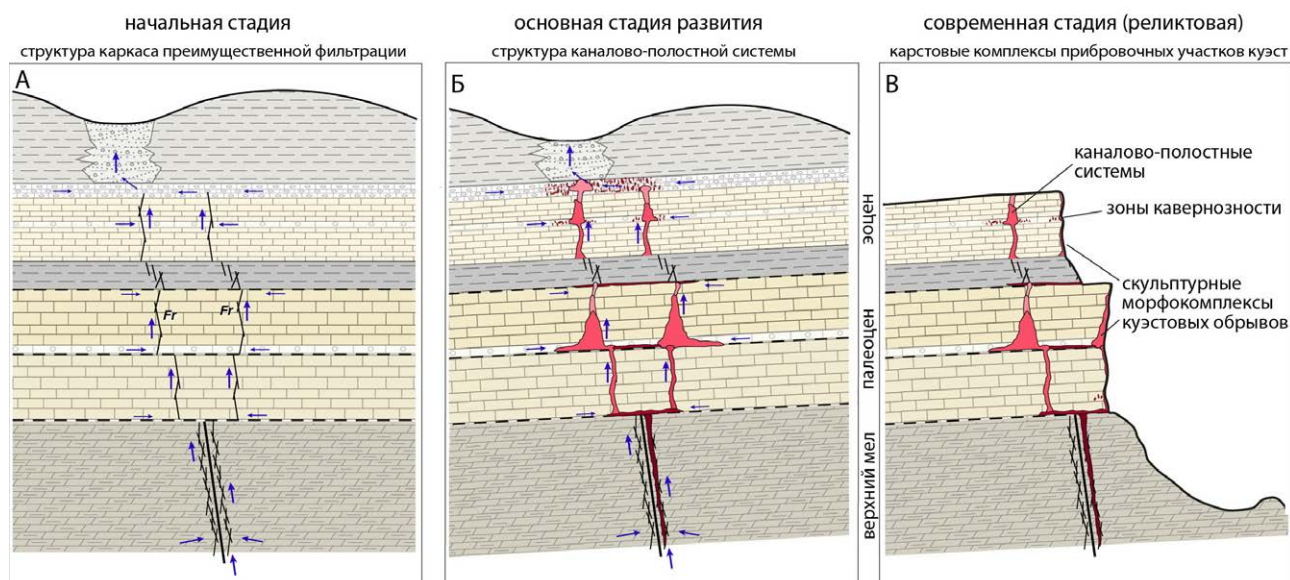


Рис. 1. Структура каркаса преимущественной фильтрации (сквозьпластовые трещины, плоскости напластования, латерально-проницаемые слои; А), региональная модель гипогенного спелеогенеза Предгорного Крыма (Б) и выражение фрагментов реликтовых каналово-полостных структур в современной геоморфологической обстановке (В). Оттенками красного цвета на Б и В показаны элементы каналово-полостной системы, развитые по исходному каркасу преимущественной фильтрации (по Гипогенный карст Предгорного Крыма..., 2013).

слабопроницаемыми. В связи с этим представляет интерес рассмотрение геологических предпосылок вертикальных через эти толщи и выявление их признаков.

В юго-западной части Предгорья, в районе села Верхнесадовое, нами исследован комплекс каналово-полостных проявлений и связанных с ними поверхностных форм в мергелях и карбонатных глинах альминской свиты (верхний эоцен), входящей в состав глинистой серии, разделяющей среднеэоценовые и миоценовые карбонатные толщи. Обследованные полости имеют четкие морфологические признаки формирования в системе восходящего потока. Целью настоящей статьи является характеристика этих проявлений как яркого примера развития гипогенных каналов в глинистых отложениях, обеспечивавших вертикальные перетоки через них.

ГИПОГЕННЫЙ СПЕЛЕОГЕНЕЗ ПРЕДГОРНОГО КРЫМА

Региональная концептуальная модель спелеогенеза Предгорного Крыма реконструирует функционально и генетически единую каналово-полостную систему (рис. 1 Б) и показывает связь ее элементов, выявленных в различных частях гидростратиграфического разреза. Пространственная разобщенность этих элементов обусловлена как наличием в разрезе интервалов нерастворимых пород, где спелеогенез не развивается, а перетоки обеспечиваются зонами трещиноватости и разуплотнения, так и последующим (главным образом в течение плейстоцена) геоморфологическим раскрытием пластовой структуры моноклиального склона, в результате чего гипогенные карстовые системы были переведены в реликтовое состояние и фрагментированы. Раскрытие пластовой структуры Предгорья происходило, главным образом, по гипогенным каналово-полостным системам (рис. 1 В), чем определяется большая роль гипогенного карста в геоморфогенезе региона и объясняется обилие и разнообразие экспонированных в обрывах карстопроявлений. Развернутое обоснование и представление региональной концепции гипогенного спелеогенеза дано в новейшей монографии авторов (Гипогенный карст Предгорного Крыма..., 2013).

РАСПОЛОЖЕНИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Комплекс карстопроявлений в глинисто-мергельных отложениях альминской свиты выявлен и обследован на окраине села Верхнесадовое. Он расположен в долине р. Бельбек, на участке ее субмеридионального простираения вдоль подножья Внешней гряды (рис. 2 А). Выше по течению река

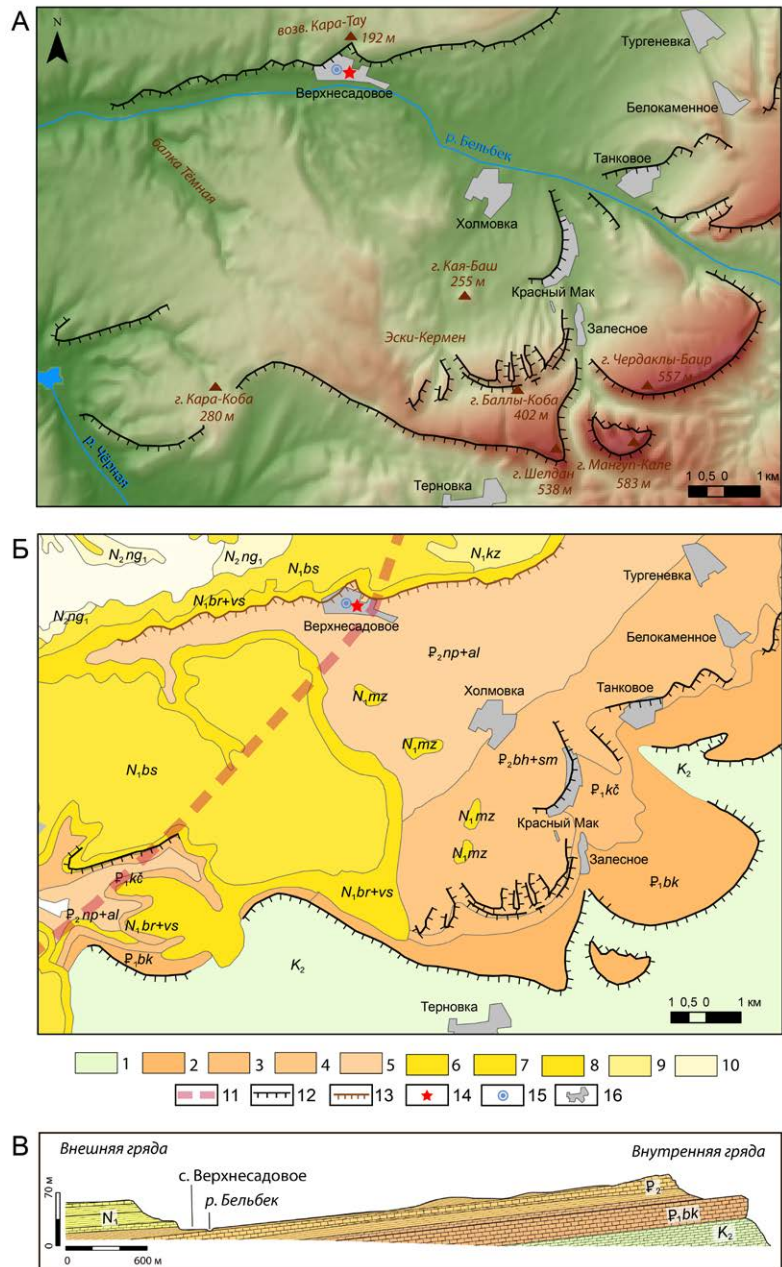


Рис. 2. Расположение (А) и геологическое строение участка исследований (Б – геологическая карта (Державна геологічна карта..., 2005), В – схематический профиль севера на юг). Условные обозначения к Б: 1 - отложения верхнего мела нерасчлененные. Отложения палеоцена: 2 - белокаменная свита; 3 - качинская свита; отложения эоцена: 4 - бахчисарайская и симферопольская свиты; 5 - новопавловская и альминская свиты; отложения миоцена: 6 - мекензиевская толща; 7 - бриковские, спаниодонтелловые, сартанские и веселянские горизонты объединенные; 8 - бесарабская свита; 9 - казанковская толща; отложения плиоцена: 10 - ногайская свита; 11 - Предгорная сутура; 12 - Внутренняя гряда; 13 - Внешняя гряда; 14 - участок исследования; 15 - самоизливающая скважина; 16 - населенные пункты.

меняет направление на диагональное и пересекает юго-восточное замыкание Северной межгрядовой продольной депрессии и, далее, Внутреннюю гряду.

Предгорный Крым расположен в зоне сочленения двух крупных тектонических структур – Скифской плиты на севере и Горно-Крымского сооружения на юге. Эта зона известна под названием Крымского (Предгорного или Крымско-Кавказского) разлома, или Предгорной коллизионной сутуры по представлениям мобилистов (Юдин, 2011). Внутренняя и Внешняя гряды сложены терригенно-карбонатным комплексом слабодислоцированных пород верхнеальпийского структурного яруса (N_1^2-Q), относящихся к верхнему мелу – неогену. Он образует пологую моноклираль, наклоненную к северу-северо-западу под углами 3-10° (рис. 2 В), денудационное расчленение и препарирование которой по тектоно-карстовым зонам обусловило формирование выраженного куэстового рельефа.

В юго-западной части Предгорья во Внутренней гряде проявляются две куэсты, контролируемые известняковыми слоями палеоцена (дат) и среднего эоцена. Известняковая толща палеоцена отделена от вышележащей пачки нуммулитовых известняков среднего эоцена глинистыми отложениями качинской свиты, по которым разработан уступ между этими двумя куэстами. Нуммулитовые известняки, в свою очередь, перекрываются глинисто-мергельными отложениями новопавловской и альминской свит (средний эоцен), выполняющих днище Северной продольной депрессии. Они сменяются вверх по разрезу глинисто-алевритовыми отложениями майкопской серии и низов миоцена, терригенно-карбонатными отложениями мекензиевской толщи (средний миоцен) и карбонатными отложениями сармата, слагающими Внешнюю гряду.

Таким образом, локальные сквозьформационные восходящие потоки трещинно-жильных вод, с которыми связывается развитие каналов-полостных систем в карбонатных породах, должны были пересекать две глинистые толщи на пути к известняковым слоям среднего-верхнего миоцена, ныне экспонированным во Внешней гряде. Исследуемый участок располагается в пределах второй из этих толщ, сложенной мергельями и глинами новопавловской свиты, согласно залегающими на нуммулитовых известняках симферопольской свиты, и светло-серыми и зеленовато-серыми мергельями и известковыми глинами альминской свиты, выходящими на поверхность. Суммарная мощность этих свит тут, вероятно, превышает 100 м. Участок характеризуется холмистой поверхностью макросклона долины р. Бельбек, расчлененной небольшими оврагами и балками.

В с. Верхнесадовое есть самоизливающая скважина, разгружающая воды палеоценового водоносного горизонта с глубины около 450 м. Вода слаботермальная (25,7°C), с минерализацией 0,38 г/л и запахом сероводорода. Таким образом, воды палеоценового горизонта тут обладают потенциалом для восходящих перетоков через эоценовые известняки и отдельные глинистые толщи к поверхности, что может реализовываться

при наличии сквозьформационных зон повышенной проницаемости.

КАРСТОПРОЯВЛЕНИЯ В ГЛИНИСТО-МЕРГЕЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ АЛЬМИНСКОЙ СВИТЫ

На восточной окраине с. Верхнесадовое, с левой стороны дороги на с. Холмовку, при планировке холмистого склона был раскрыт вертикальный уступ мергелей высотой до 5 м. Он сформирован по крупному трещинному каналу, оставшаяся стенка которого демонстрирует отчетливую скульптурную поверхность с плавными вогнутыми формами и «полу-каналами» (рис. 3 и 4 А). Такая морфология могла быть сформирована только под действием восходящих напорных вод, циркулировавших по данному каналу.

В основании уступа почти на всем его протяжении имеется ров глубиной до 2 м, сформированный, по-видимому, в результате проседания рыхлого материала в нижние участки раскрытого в уступе трещинного канала. В правой части уступа открывается полость значительных размеров (рис. 3 Б и 4 Б, В и Г), морфология которой также отчетливо демонстрирует действие восходящих напорных вод. В глубине полости



Рис. 3. Скульптурная морфология обнаженной стенки трещинно-карстового канала в мергельях альминской свиты у с. Верхнесадовое. Отчетливо выражены вертикальные «полу-каналы». Слева на нижнем фото видна полость с напорной морфологией. Светлая корка образована потеками разжиженной глины на площадях, хорошо смачиваемых осадками и плоскостным стоком. Фото из архива УИСК.

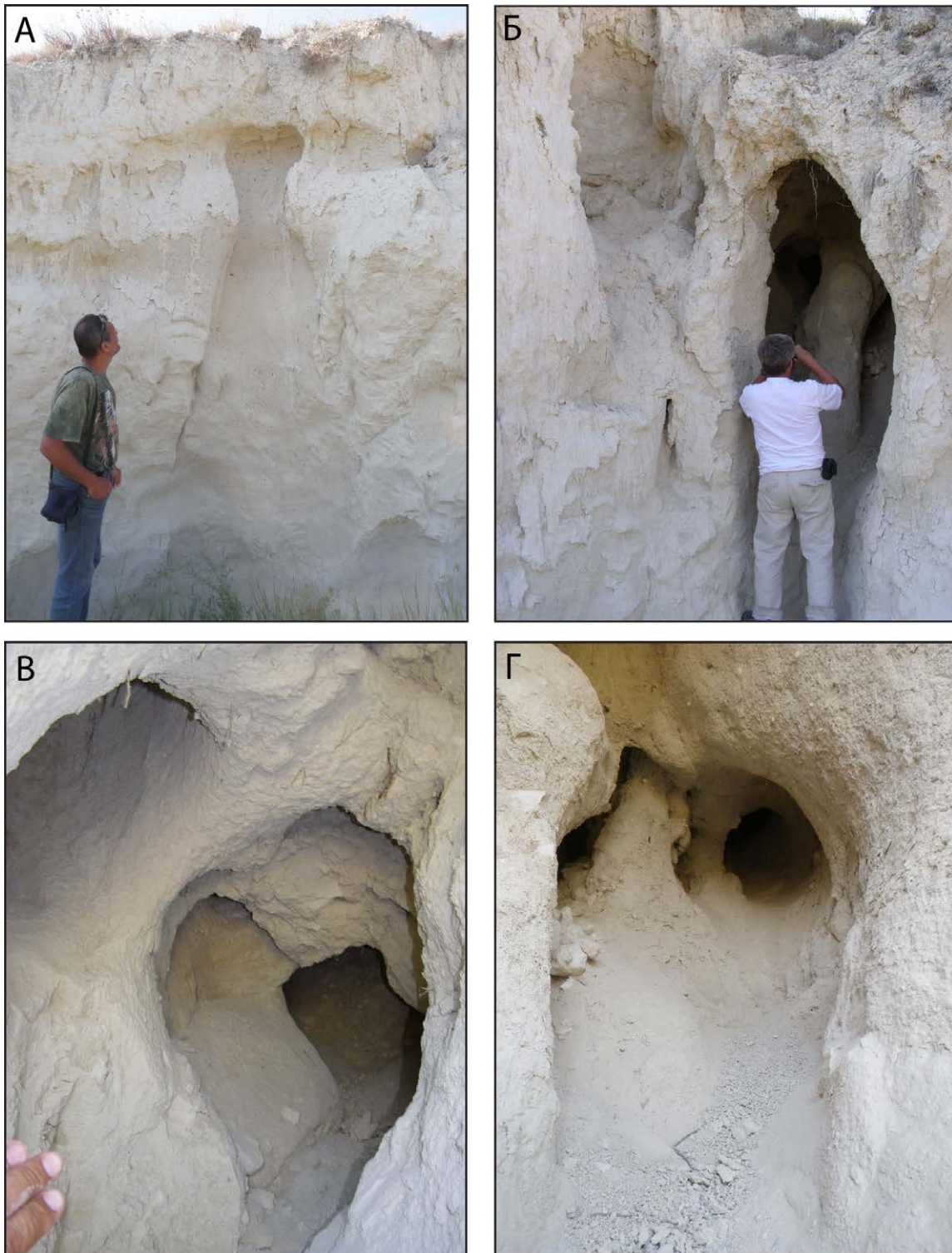


Рис. 4. Морфология «полу-канала» в стенке уступа (А) и открывающейся в него полости (Б, В и Г). Фото В и Г показывают морфологию восходящих каналов в глубине и верхних частях (вид снизу вверх) полости, показанной на фото Б. Фото из архива УИСК.

она разветвляется на два восходящих канала, в верхних частях которых наблюдаются многочисленные купола и округлые мелкие каналы (рис. 4 В и Г), уходящие далее к поверхности. На поверхности над полостью имеется углубление, явно образованное путем денудационного раскрытия ее верхних продолжений. Очевидно, что эти каналы представляют

собой ответвления от основного трещинно-карстового канала, по которому заложен уступ.

Левее основной полости видны остатки другого канала, морфология которого подверглась значительной деградации под действием атмосферных осадков (рис. 4 Б). На фотографиях вертикальной стенки уступа также хорошо видны выступающие

и крутонаклонные поверхности, где исходная скульптурная морфология подвергается разрушению под воздействием осадков и плоскостного стока. При этом происходит разжижение и последующее высыхание глинистого материала в приповерхностном слое с образованием характерных корок (различимых на фотографиях по более светлым тонам).

В склонах и на вершинных поверхностях холмов в окрестностях описываемого уступа выявлены многочисленные поноры и воронки с понорами,

образованные денудационным вскрытием восходящих каналов. Зияющие каналы-поноры прослеживаются на глубину до 2-3 м. Воронки имеют диаметр до 5-6 м и глубину до 2-3 м. Расположение этих форм беспорядочно по отношению к элементам рельефа, в частности к флювиальным, что указывает на отсутствие генетической связи с рельефом подземных форм. Последнее является характерной особенностью гипогенного карста (Климчук, 2013).

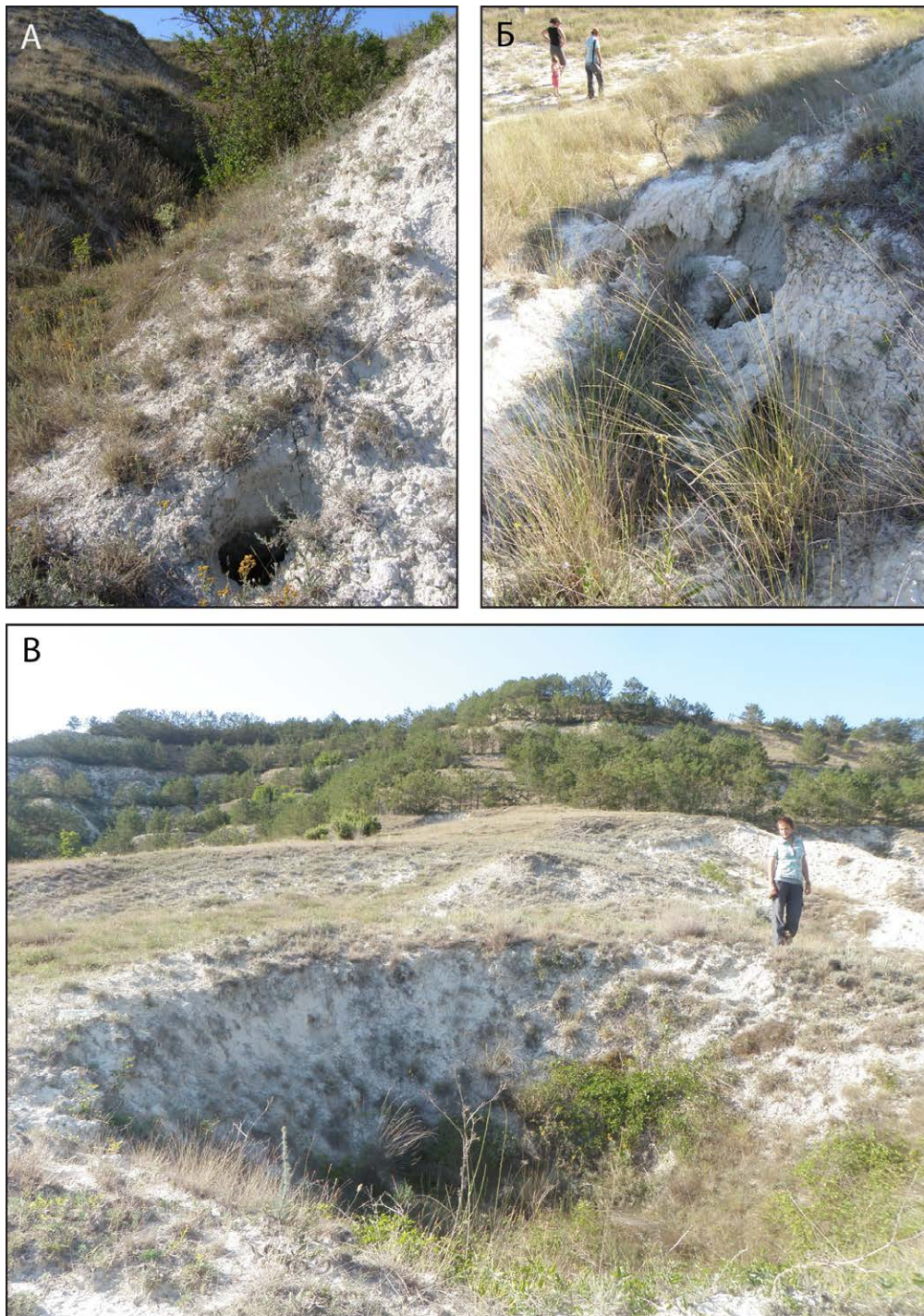


Рис. 5. Поноры (А и Б) и воронка с понорами (В), образованные денудационным вскрытием восходящих карстовых каналов в мергелях альминской свиты на холмах у с. Верхнесадовое. Фото из архива УИСК.

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Экспонированная стенка раскрытого трещинно-карстового канала и обследованные полости в мергелях альминской свиты у с. Верхнесадового демонстрируют скульптурную морфологию, несопоставимую с поверхностным стоком и нисходящей фильтрацией, но характерную для напорных каналов гипогенного спелеогенеза.

Глинистые отложения обычно считаются слабопроницаемыми и некарстующимися. Толщи преимущественно глинистых отложений качинской, новопавловской и альминской свит, разделяющие известняковые слои палеоцена, эоцена и неогена, полагаются нижними водоупорами для эоценового и среднемиоценового водоносных горизонтов во Внутренней и Внешней грядах, где они раскрыты денудационной поверхностью, и верхними водоупорами для водоносных комплексов палеоценовых и эоценовых отложений в области их погружения.

Представления о слабой проницаемости глинистых отложений основаны на их низкой поровой проницаемости. Однако при наличии тектонической трещиноватости в глинистых породах, в них следует различать трещинную и поровую фильтрацию. Формирование в глинистых породах трещин обуславливает гетерогенный (схема «двойной пустотности») характер фильтрации в соответствующих слоях. Крупные тектонические трещины могут обладать высокой проницаемостью, функционировать как каналы и играть большую роль в процессах перетекания и вертикального водообмена (Гольдберг, Скворцов, 1986). При достаточной степени консолидированности и высокой карбонатности глинистых пород, как у мергелей и известковых глин альминской свиты, в них могут формироваться крупные каналы с устойчивой скульптурной морфологией. Соответственно, фильтрация в таких породах будет соответствовать схеме «тройной пустотности», что характерно для карстовых сред.

Глинистые отложения альминской свиты характеризуются высокой карбонатностью. Для среднеэоценовых отложений Равнинного Крыма в литературе приводятся значения карбонатности от 40,0 до 84,5% (Подземные воды карстовых платформенных областей..., 1981), что определяет роль растворения в расширении первичных путей фильтрации и делает возможным формирование по ним крупных каналов со скульптурной морфологией. В этом аспекте описанные формы правомерно относить к карстовым. В условиях сосредоточенной восходящей разгрузки, остаточный мелкодисперсный материал мог выноситься наружу во взвешенном состоянии, возможность чего гипертрофированно иллюстрируется грязевыми вулканами.

Региональная модель гипогенного спелеогенеза основана на наличии линейно-локальных зон сквозьформационной трещинной проницаемости, по которым происходили восходящие перетоки напорных вод между горизонтами, а в интервалах известняков формировались каналово-полостные системы. Результаты обследования участка в с. Верхнесадовом доказывают возможность формирования крупных

субвертикальных гипогенных каналов в отдельных глинистых толщах, тем самым подтверждая упомянутую региональную спелеогенетическую модель. Следует отметить, что пещеры в среднеэоценовых глинистых отложениях, вскрытые при проведении планировочных работ, известны и в других участках Предгорья. Так, в пределах Симферополя описаны пещеры Сельвинского в толще глин и мергелей бодракской и альминской свит, и Школьная в мергелях последней, сохранившие, несмотря на существенную гравитационную нарушенность, морфологические признаки гипогенного спелеогенеза (Амеличев и др., 2012). Крупные трещинно-карстовые каналы также известны в верхнемеловых мергелях в обрывах и у подножья Внутренней гряды (Гипогенный карст Предгорного Крыма..., 2013), хотя эти породы отличаются высокой степенью литифицированности и являются скальными.

Формы обследованного участка образуют выраженный кластер каналов сосредоточенной восходящей разгрузки, ныне иссякнущей ввиду углубления ложа р. Бельбек. Это указывает на наличие и функционирование каналово-полостной системы в нижележащих напорных водоносных горизонтах и комплексах эоценовых, палеоценовых и верхнемеловых отложений. Примечательно, что он расположен на простирании региональной шовной зоны между двумя крупными структурами (см. рис. 2 Б), что соответствует ее постулируемой роли в формировании сквозьформационных флюидопроводящих зон.

Приведенные наблюдения также важны для интерпретации карстопроявлений в самой верхней, миоценовой, серии карбонатных пород Предгорного Крыма, поскольку они демонстрируют характер «питающих корней» гипогенных каналово-полостных систем, развитых в этом уровне.

ЛИТЕРАТУРА

- Амеличев Г.Н., Дмитриева А.Ю., Самохин Г.В. Гипогенный карст Симферополя (Предгорный Крым) и его эволюция // *Спелеология и карстология*. – № 8. – 2012. – С. 50-62.
- Гипогенный карст Предгорного Крыма и его геоморфологическая роль / А. Б. Климчук, Е. И. Тимохина, Г. Н. Амеличев, Ю. В. Дублянский, К. Шпётль. – Симферополь: ДИАИПИ, 2013. – 204 с.
- Гольдберг В.М., Скворцов Н.П. Проницаемость и фильтрация в глинах. – М.: Недра, 1986. – 160 с.
- Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200000. Кримська серія. Група аркушів L-36-XXVIII, L-36-XXXIV 2005. – Київ: Південнегеоцентр, 2005.
- Климчук А.Б. Гипогенный спелеогенез, его гидрогеологическое значение и роль в эволюции карста. – Симферополь: ДИАИПИ, 2013. – 180 с.
- Подземные воды карстовых платформенных областей юга Украины / А.В. Лущик, В. И. Морозов, В. П. Мелешин, Б. Н. Иванов, А. А. Коджаспиров и др. – Киев: Наукова думка, 1981. – 200 с.
- Шмачков Д.А., Шик Н.В. Карстовые полости Севастопольского плато как проявление гипогенного спелеогенеза / *Ломоносовские чтения 2013. Тезисы* / [Ред. Соколов М.Э., Голубев Г.А., Иванов В.А., Миленко Н.Н., Хапаев В.В.]. – Севастополь, 2013. – С. 479-480.
- Юдин В.В. Геодинамика Крыма. – Симферополь: ДИАИПИ, 2011. – 336 с.