

УДК 548.3

Студ. РУДОКВАС О.Н., канд. геол. наук ПРОСКУРНЯ Ю.А. (Донецкий национальный технический университет)

ПРОБЛЕМЫ ПРОЯВЛЕНИЯ КАРСТА В ДОНБАССЕ (НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНО-КОМСОМОЛЬСКОГО УЧАСТКА ДОКУЧАЕВСКОГО ФЛЮСО-ДОЛОМИТНОГО КОМБИНАТА)

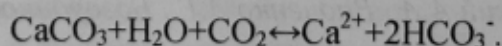
Украина относится к регионам со сложной структурно-геологической и сейсмологической обстановкой, что приводит к широкому развитию экзогенных геологических процессов: карста, оползней, оврагов, подтопления, эрозии, абразии и др., которые усложняют инженерно-геологические условия строительства и негативно влияют на безопасность существующих промышленных и жилых объектов.

Очень широко распространены карстовые явления. По геологическим условиям примерно третья часть площади суши земного шара имеет потенциальные возможности для их развития. Процессы карстообразования развиты на 60% территории Украины, из них на 27% территорий проявляется открытый карст (территории Волынской, Ровненской, Тернопольской, Донецкой, Луганской и южных областей страны). Карст существенно влияет на ландшафтные особенности территории, ее рельеф, сток, подземные воды, реки и озера, почвенно-растительный покров, хозяйственную деятельность населения. Поэтому, изучение данного геодинамического процесса является важной задачей как для Украины в целом, так и для Донецкой области, где это явление получило широкое распространение.

Карст представляет собой процесс растворения, или выщелачивания трещиноватых растворимых горных пород подземными и поверхностными водами, в результате которого образуются отрицательные формы рельефа на поверхности Земли и различные полости, каналы и пещеры в глубине [1].

Карст развивается под совокупным воздействием поверхностных и подземных вод. Растворение горной породы часто сопровождается механическим размывом. При этом размыв может подготавливаться растворением спаек между зернами породы, что освобождает их от сцепления и облегчает смыв [2].

Впервые такие широко развитые процессы детально были изучены на побережье Адриатического моря, на плато Карст близ Триеста, откуда и получили свое название. К растворимым породам относятся соли, гипс, известняк, доломит, мел. В соответствии с этим различают соляной, гипсовый и карбонатный карст. Хотя каменная соль и гипс обладают большей растворимостью, чем известняки и доломиты, гипсовый и соляной карст развит сравнительно мало из-за незначительного выхода их на дневную поверхность. Поэтому, наиболее изучен карбонатный карст, что связано со значительным площадным распространением известняков, доломитов, мела. Карбонатные породы растворяются при участии свободной углекислоты или других минеральных и органических кислот:



Главное условие растворимости известняка – достаточное количество растворенного CO_2 в воде. Тогда вода становится химически агрессивной и энергично воздействует на карбонатные породы [3].

Сульфатные породы и каменная соль могут растворяться в воде без сопутствующих реакций.

Необходимыми условиями развития карста являются: 1) наличие растворимых пород; 2) трещиноватость карстующихся пород – при наличии трещиноватости

возникает возможность проникновения агрессивных вод в толщу породы и образования различных форм подземного карста, а также оттока вод, насыщенных углекислотой, с поверхности в глубь карстующихся пород; 3) растворяющая способность воды [4].

К другим важнейшим условиям, определяющим развитие карста, относятся: а) рельеф – на пологонаклонных поверхностях карстовые образования возникают быстрее и представлены разнообразнее, чем на склонах; б) чистота и мощность известняков – чем чище и мощнее толща известняков, тем интенсивнее она подвержена карстообразованию; в) структура породы – грубообломочные или ракушечные известняки карстуются гораздо меньше, чем однородные мелкозернистые известняки; г) климат, т.е. температурный режим, количество и характер выпадающих осадков, наличие вечной мерзлоты, препятствующей проникновению воды в карстующиеся породы; климатом обуславливается также характер растительного покрова, способствующего повышению химической агрессивности воды; вследствие разложения растительных остатков вода обогащается гуминовыми кислотами, азотной кислотой и т.п. [5].

Наибольшее разнообразие карстовых форм наблюдается в открытом типе карста (горные районы известнякового плато Крыма, Кавказа, Карпат, Альп и др.). В этих районах развитию карста благоприятствуют открытая поверхность растворимых пород и частые ливни [6].

В Донбассе карстовые явления проявляются в зоне сочленения Приазовского кристаллического массива с Донецким складчатым сооружением. Объектом исследования карстовых явлений в данной работе был выбран Восточно-Комсомольский участок Докучаевского флюсо-доломитного комбината.

Восточно-Комсомольский участок расположен в юго-западной части Донецкого складчатого сооружения и по административному делению находится в пределах Волновахского района Донецкой области. Участок является составной частью Еленовского месторождения известняков и доломитов. Исследуемый район представляет собой степное холмистое плато, расчлененное рекой Сухая Волноваха и густой сетью впадающих в нее балок и оврагов. Естественные неровности рельефа существенно усложнены искусственными выемками и насыпями действующих и заброшенных карьеров.

Район Еленовского месторождения сложен докембрийскими кристаллическими породами и серией осадочных образований девона и карбона. Стратиграфически выше этих отложений залегают породы палеогенового и четвертичного возрастов.

В районе широко распространены нижнекаменноугольные карбонатные и песчано-глинистые отложения турнейского и визейского ярусов. Каждый ярус в свою очередь расчленен на стратиграфические горизонты – турнейский на 4, визейский – на 7. Турнейский ярус (C'_1) почти полностью представлен карбонатными породами, магниезальными в своей нижней части и почти не содержащими магния в верхней. По палеонтолого-литологическим признакам турнейский ярус расчленен на 4 горизонта (снизу вверх): C'_1a , C'_1b , C'_1c и C'_1d . Горизонты C'_1a и C'_1b по литологическим признакам разделены на два подгоризонта каждый. Подгоризонт C'_1a_1 является переходным от песчано-глинистых образований верхнего девона к карбонатным отложениям нижнего карбона. Сложен он кремнистыми обычными и доломитизированными известняками с прослоями углисто-глинистых известковых сланцев. Подгоризонт C'_1a_2 представлен переслаивающимися доломитизированными известняками с редкими пачками доломитов. Подгоризонт C'_1b_1 слагают в основном доломиты с тонкими прослоями обычных и доломитизированных известняков.

Вышележащий подгоризонт $C_1^f b_2$ и горизонты $C_1^f c$ и $C_1^f d$ представлены обычными флюсовыми известняками. Визейский ярус C_1^v в нижней части сложен почти исключительно известняками, а в верхней - песчано-глинистыми сланцами с прослоями известняков и каменного угля ($C_1^v g$).

Карбонатные породы изучаемого района в значительной мере трещиноваты и закарстованы. Широкому развитию карста в районе способствует густая сеть тектонических нарушений и сопутствующих им трещинных зон и зон дробления. Основная роль здесь принадлежит трем крупным сбросам субширотного простирания. В северной части месторождения прослеживается Северо-Волновахский сброс с амплитудой смещения до 50 м. Падение сброса на юго-запад под углом 70-78°. По этому нарушению нижнетурнейские карбонатные породы соприкасаются с мергелями визейского яруса, а известняки горизонтов с песчано-глинистыми сланцами горизонта $C_1^v g$. С зоной дробления Северо-Волновахского сброса связаны многочисленные проявления кальцитовой, флюоритовой, баритовой и сульфидной минерализации. Южнее Северо-Волновахского сброса через все месторождение прослеживается Волновахский сброс. Плоскость смещения пород падает на юго-запад под углом около 65°, а амплитуда смещения достигает 100 м. Еще дальше к югу от Волновахского сброса почти параллельно ему проходит Южно-Волновахский сброс. Угол падения плоскости смещения пород колеблется от 35 до 70°, направление падения южное, амплитуда смещения достигает 500 м. Южно-Волновахский сброс сопровождается мощной зоной дробления и гидротермального изменения пород. На всем протяжении сброса наблюдается полиметаллическая минерализация, представленная пиритом, халькопиритом, сфалеритом и галенитом. Описываемый сброс является северной границей Восточно-Комсомольского участка.

На Восточно-Комсомольском участке, как и на всем Еленовском месторождении наблюдается поверхностный, или наружный карст и внутренний карст.

По ранее проводившимся исследованиям истории геологического развития района установлено, что начало образования поверхностного карста относится к допалеогеновому времени, когда поверхность карбона была открытой. Позднее в палеогене, неогене и четвертичном периоде неровности рельефа нижнекаменноугольных пород были в значительной мере покрыты толщей осадочных континентальных образований, в результате чего современный рельеф местности почти не имеет следов карстовой деятельности.

Широко распространенными формами поверхностного карста являются воронки и разнообразные углубления. Развитие поверхностного карста постепенно уменьшается с глубиной. Наиболее интенсивно поверхностному карсту подвержена полоса карбонатных пород вдоль Южно-Волновахского сброса и на восточном фланге участка, где абсолютные отметки поверхности достигают минимальных значений (рис. 1).

Внутренний карст представляет собой сложное сочетание каверн, полостей, щелей различных размеров и форм, часто соединенных каналами. Карстовые полости в толще известняков и доломитов на участке имеют размеры по горизонтали от нескольких сантиметров до 10-15 м, реже до 100 м и даже больше, по вертикали внутренние карстовые полости обычно не превышают 10-15 м.

Подавляющее большинство карстовых полостей заполнено песчано-глинистым материалом различной окраски с обломками карстующихся пород. Также материалом заполнения карстовых полостей в доломитах является доломитный песок с кристаллами кальцита и киновари [7].

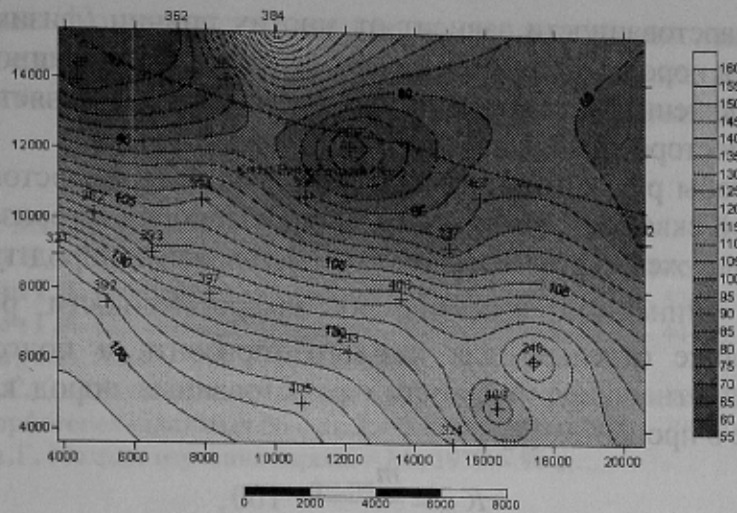


Рис. 1. Карта абсолютных отметок поверхности карста, м

В массиве карбонатных пород Восточно-Комсомольского участка выявлены следующие виды подземных карстовых форм: разрушенные зоны в кровле и в толще известняков, погребенные карстовые воронки, заполненные, частично заполненные и незаполненные трещины и полости, трещиноватые зоны, промежуточные полости в покровных отложениях, карстовые ниши. В массиве карбонатных пород основная часть нарушений относится к видам «б» и «д» (рис. 2).

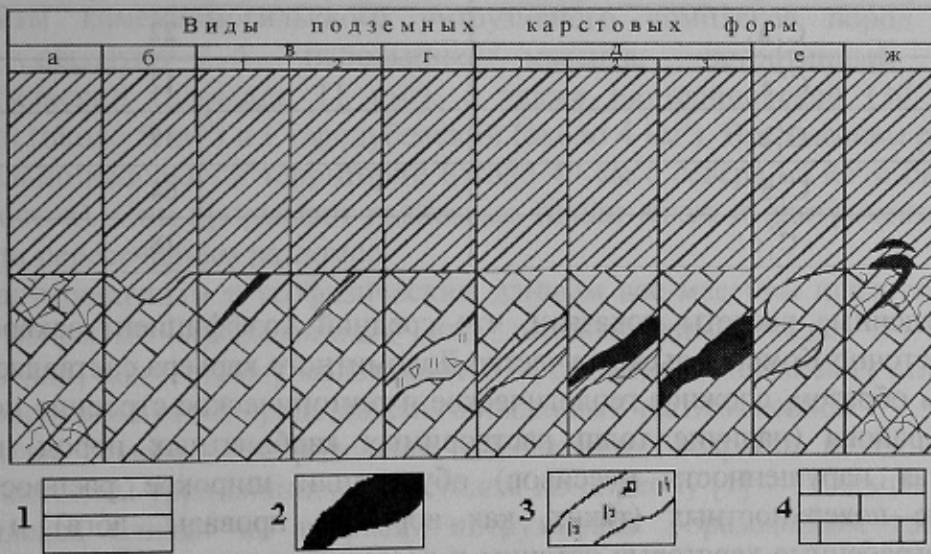


Рис. 2. Виды подземных карстовых форм на участке: а – трещиноватые зоны; б – погребенная карстовая воронка; в₁ – трещина незаполненная; в₂ – трещина заполненная; г – разрушенная зона в массиве известняков; д₁ – карстовая полость, заполненная песчано-глинистыми отложениями; д₂ – карстовая полость частично заполненная; д₃ – карстовая полость незаполненная; е – карстовая ниша; ж – промежуточная полость в покровных отложениях; 1 - покровные отложения (вязкая, плотная глина); 2 - незаполненная карстовая полость; 3 - разрушенная зона в массиве пород; 4 - карбонатные породы

Для того, чтобы оценить степень закарстованности исследуемой территории, нами была проведена статистическая обработка данных буровых работ на Восточно-Комсомольском участке по 48 разведочным скважинам. Глубина пробуренных скважин достигала 100 м. По полученным разведочным данным была проведена оценка степени закарстованности района Восточно-Комсомольского участка Доломитового карьера и рассчитан линейный коэффициент закарстованности пород.

Степень закарстованности зависит от многих причин (физико-механических и химических свойств пород, их гипсометрического положения, мощности покрывающих карбон рыхлых отложений, уровня подземных вод и т.д.) и изменяется как с глубиной, так и по площади месторождения.

Для того, чтобы рассчитать линейный коэффициент закарстованности пород из каждой разведочной скважины выбирались мощности пород и горизонт (подгоризонт), в которых был обнаружен карст. Были изучены 3 горизонта пород турнейского яруса - $C_1^t c$, $C_1^t b$, $C_1^t a$. Линейный коэффициент закарстованности рассчитывается по стандартной методике отдельно для каждого горизонта и подгоризонта пород и представляет собой отношение мощности закарстованных пород к общей мощности пород, выраженное в процентах [8]:

$$K_{л} = \frac{m_{зак.пор.}}{m_{общ.}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $m_{зак.пор.}$ - мощность закарстованных пород по горизонтам (подгоризонтам), м; $m_{общ.}$ - общая мощность горизонтов (подгоризонтов) пород, м.

Рассчитанные значения линейных коэффициентов закарстованности для каждого горизонта (подгоризонта) пород представлены в таблице 1.

Табл. 1. Внутренняя закарстованность карбонатных пород

Стратиграфический горизонт (подгоризонт)	Величина внутренней закарстованности, %
$C_1^t a_1$	22
$C_1^t a_2$	12
$C_1^t b_1$	18
$C_1^t b_2$	64
$C_1^t c$	18

Проведенные расчеты показали, что средний коэффициент закарстованности пород на Восточно-Комсомольском участке Доломитного карьера составляет 25,3%.

Таким образом, сложное геологическое и тектоническое строение исследуемого карстового района (наличие толщ растворимых карбонатных пород, интенсивная тектоническая нарушенность массивов) обусловили широкое распространение и разнообразие поверхностных (таких, как воронки, провалы, лога) и подземных (пещеры, погребенные карстовые останцы и гребни, полости и расширенные карстом трещины) карстовых форм.

Закономерности распределения поверхностных карстовых форм обусловлены, прежде всего, гидродинамическими условиями. Наибольшая плотность поверхностных карстовых форм наблюдается в зонах тектонических нарушений, характеризующихся сильной трещиноватостью и усиленной циркуляцией подземных вод.

Изменение гидродинамических условий (интенсивная эксплуатация трещинно-карстового водоносного горизонта, нарушение поверхностного стока с массивов карстующихся пород, образование на локальных участках очагов сосредоточенной инфильтрации поверхностных вод) приводит к активизации карстово-суффозионного процесса. Размыв древнего заполнителя карстовых полостей и вымывание в образовавшиеся пустоты рыхлых покровных отложений в дальнейшем могут привести к образованию на поверхности земли просадок и провалов, создающих угрозу нормальной эксплуатации инженерных сооружений.

Значительные экономические потери и экологический ущерб от карстовых провалов определяют необходимость глубокого изучения карста и выработки прогнозов его активности на этапах проектирования и эксплуатации сооружений.

Библиографический список

1. Карст. – М: Мысль, 1981 – 214 с.
2. Гвоздецкий Н.А. Проблемы изучения карста и практика. – М.: Мысль, 1972. – 392 с.
3. Максимович Г.А. Основы карстоведения. – Пермь, 1969. - Т.2. – 529 с.
4. Максимович Г.А. Основы карстоведения. – Пермь, 1963. - Т.1. – 444 с.
5. Максимович Г.А. Карст. - М., 1960. - 115 с.
6. Соколов Д.С. Основные условия развития карста. – М.: Госгеолтехиздат, 1962. – 322 с.
7. Якуч Л. Морфогенез карстовых областей. – М.: Прогресс, 1979. – 388 с.
8. Чикишев А.Г. Методы изучения карста. – М., 1973. - 90 с.

© Рудоквас О.Н., Проскурня Ю.А., 2008

УДК 553.521 (477.62)

Инж. СЕДОВА Е.В. (Донецкий национальный технический университет)

МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ РУДОНОСНОСТИ ГРАНИТОВ КАМЕННОМОГИЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА ПРИАЗОВЬЯ

Граниты каменномогильского интрузивного комплекса пород Восточного Приазовья образуют 4 небольших массива: петротипный собственно Каменномогильский (площадь 11 км²), а также Екатериновский (30 км²), Ново-Янисольский (около 5 км²) и Стародубовский (около 4 км²). Все массивы расположены на относительно небольшой территории (около 40 км с севера на юг и около 20 км с запада на восток). Они прорывают гнейсовые толщи архея и приурочены к крупным разломам или пересечениям разломов.

По картировочным и геофизическим данным все массивы представляют собой неглубоко вскрытые куполовидные или штокообразные тела. В выходах на поверхность (или под подошву маломощного чехла мезо-кайнозойских отложений, как в Стародубовском массиве) представлены апикальные части массивов.

Наиболее надежные определения абсолютного возраста каменномогильских гранитов выполнены уран-свинцовым методом по циркону [1] – 1800 млн.лет. Породы этого комплекса близки по возрасту интрузивным образованиям габбро-сиенит-щелочногранитного Южно-Кальчикского комплекса (1800 млн.лет), а также щелочным и нефелиновым сиенитам Октябрьского комплекса (1750 млн.лет).

Все массивы каменномогильского комплекса близки по составу. Слагающие их первично-магматические разности представлены биотитовыми и, реже, амфибол-биотитовыми гранитами, с преобладанием К-На полевого шпата над плагиоклазом. Содержание темноцветных минералов в них обычно не превышает 5-7%. Это позволяет отнести их к лейкократовым, реже – мезократовым разностям, учитывая, что к нормальным гранитам относятся разности с 5–10% темноцветных [2].

В формационном отношении граниты данного комплекса – субщелочные высокоглиноземистые, калий-натровые лейкограниты со следующими характеристиками среднего состава: SiO₂=73,1%, Na₂O+K₂O=8,2%, al'=5,5. Они отвечают литий-фтористым редкометальным гранитам по классификации В.И.Коваленко [3]. Приазовские редкометальные граниты характеризуются типичными для этой формации повышенными содержаниями Li, Be, Sn, Nb, W [4]. Вместе с тем,