

ПОГРЕБЕННЫЙ МЕЛОВОЙ КАРСТ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ ВОРОНЕЖСКОЙ И ПРИЛЕГАЮЩИХ РАЙОНАХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Р. В. Красненков

Содержание. В статье рассматриваются строение и условия образования карстовых воронок в писчем мелу, заполненных породами киевской, харьковской и полтавской свит палеогена и перекрытых мореной днепровского оледенения. Автор приходит к выводу, что воронки образовывались в послеполтавское время в условиях покрытого карста. Широко распространенное мнение о допалеогеновом возрасте значительной части воронок не подтвердилось.

Введение

В 1960—1961 гг. при проведении геологической съемки на площади, охватывающей целиком бассейны рек Девицы и Ведуги, а также верховья рек Олыма и Убли, нами было встречено большое количество погребенных карстовых воронок в писчем мелу туронского и коньякского ярусов, чаще всего выполненных породами палеогена¹. Исследованный район представляет собой восточное окончание широкой полосы, характеризующейся исключительно интенсивным развитием погребенного карста в писчем мелу (рис. 1).

Карст, о котором пойдет речь, мы будем называть меловым, по карстующейся породе — писчему мелу, по аналогии с гипсовым карстом, соляным карстом и т. д. В исследованном нами районе погребенный меловой карст известен достаточно давно, но, несмотря на это, до сих пор оставался очень слабо изученным. Между тем обилие погребенных воронок и благоприятное строение разреза позволяют здесь восстанавливать условия

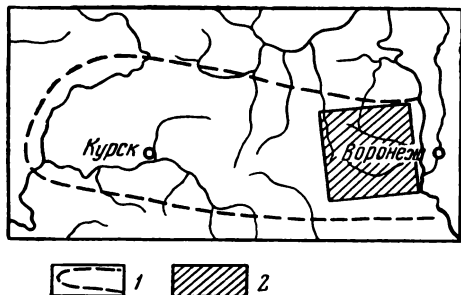


Рис. 1. Схема района:
1 — область интенсивного развития погребенного мелового карста; 2 — территория, покрытая съемками автора

¹ Кроме автора в съемке участвовали геолог А. М. Цукурова и гидрогеолог Т. А. Ишунина.

образования и возраст воронок с такой детальностью, которая в других местах может быть достигнута очень редко. Наши наблюдения в значительной степени меняют существовавшее до сих пор представление об условиях образования, возрасте и глубине погребенного мелового карста. Современного активного мелового карста, который достаточно широко распространен в западной части исследованного района, мы в данной статье касаться не будем.

История изучения погребенного мелового карста

Уже в 20-х годах исследователи, проводившие съемки десятиверстного масштаба, наблюдали в обнажениях породы палеогена, заполняющие воронки и располагающиеся поэтому на ненормально низких абсолютных высотах, но не всегда видели их соотношение с мелом. В силу этих причин такие отторженцы пород палеогена обычно не связывали с меловым карстом, а считали древними оползнями (М. М. Васильевский, Б. Н. Семихатов) или ледниковыми отторженцами (О. А. Денисова). Все эти данные не были опубликованы и содержатся в отчетах, хранящихся в фондах Геологического управления центральных районов.

В 1929—1930 гг. исключительно интенсивное развитие погребенного карста в мелу было установлено М. Н. Грищенко и П. Красовским, проводившими под руководством А. А. Дубянского разведки трепела и мергелей в Нижнедевицком районе Воронежской области. Однако в кратких рукописных отчетах об этих разведках авторы ограничились констатацией карста и не высказали никаких соображений о его возрасте и условиях формирования.

В 1937 г. была опубликована большая статья А. А. Дубянского [2], посвященная ископаемому меловому карсту. В ней содержится материал и по изученному нами району. Вплоть до настоящего времени эта работа остается наиболее полным исследованием по рассматриваемому вопросу.

В своей статье Дубянский привел многочисленные примеры погребенного мелового карста в Курской и Воронежской областях и рассмотрел условия, благоприятствующие его развитию. Автор подчеркнул значение исследования мелового карста для водоснабжения, ирригации, строительства и перечислил полезные ископаемые, связанные с погребенными воронками. По мнению Дубянского, развитие карста происходило в два этапа: в допалеогеновое время и в неогене.

Представления Дубянского получили широкое распространение, но не все высказанные им положения оказались правильными. Во-первых, Дубянский не привел примеров карста неогенового возраста, что дало повод считать карст допалеогенового возраста более широко распространенным. На самом же деле допалеогеновый карст, как будет показано далее, в наших районах отсутствует. Во-вторых, Дубянскому, по-видимому, не были известны воронки глубиной более 10—15 м. Таким образом, создалось неправильное представление о меловом карсте как о явлении мелкомасштабном, между тем существуют грандиозные воронки с диаметром и глубиной до 75 м и более. Эти воронки и после статьи Дубянского нередко трактовались как палеогеновые долины или оползни. Совещание по карсту, проходившее в Москве в 1956 г., показало, что взгляды Дубянского за это время не получили сколько-нибудь существенного дополнения. Все прочитанные на конференции доклады, посвященные меловому карсту, касались современного активного карста или представляли собой сводные работы по классификации карста и его районированию [3, 4, 5].

Территория, в пределах которой нами были проведены наблюдения над погребенным карстом в писчем мелу, оказалась очень благоприятной для подобного рода исследований:

1. Карст в писчем мелу распространен здесь исключительно широко. Так, в районе станции Нижнедевицк при разведке трепела на участках «Костора», «Круглый», «Меловая Поляна» и др. примерно одна четверть всех пробуренных скважин попадала в карстовые воронки.

2. Благодаря достаточно расчлененному рельефу многие погребенные воронки вскрыты эрозионной сетью и доступны для наблюдения.

3. Во время съемки была составлена подробная геологическая карта, без которой анализ ископаемого карста был бы невозможен. Работа существенно облегчалась благодаря почти горизонтальному залеганию пород и достаточной литологической четкости разреза, позволяющей узнавать сантонский ярус и отдельные горизонты палеогена в небольших отторженцах, по керну скважин и даже в отдельных образцах, не прибегая к лабораторным исследованиям.

Геологическое строение района

1. Из выходящих на дневную поверхность наиболее древние верхнефранские глины и известняки. Они вскрываются в северной части площади по рекам Олыму, Ведуге и Трешевке.

2. Отложения барремского, аптского, альбского и сеноманского ярусов вскрываются почти во всех долинах; они сложены преимущественно песками и имеют общую мощность около 40—50 м (рис. 2).

3. Образования туронского и коньякского ярусов сложены писчим мелом и литологически совершенно неразличимы. Меловая толща полого (уклон 0,0007) погружается с северо-запада на юго-восток; в этом же направлении происходит увеличение мощности примерно от 30 до 60 м. Мел довольно чистый, некарбонатная составляющая, как правило, не превышает 3%.

4. На писчем мелу залегают породы сантонского яруса, обнаруживающие большую фациальную изменчивость. На юго-востоке ярус сложен мелоподобными мергелями; в северо-западном направлении они сменяются мергелями, известковистыми трепелами и, наконец, трепелами с прослоями песков. Средняя мощность яруса около 20 м.

5. Разрез сантонского яруса обычно заканчивается 0,5—1,5 м элювированной зоной, на которой без следов резкого размыва залегают трепеловидные глины киевской свиты эоцена, в северной части территории переходящие в трепелы. Отложения киевской свиты сохранились преимущественно на водоразделах в южной части территории. Полная ее мощность около 8 м.

6. Мелкозернистые глауконитовые пески харьковской свиты олигоцена, имеющие мощность около 14 м, залегают на киевской свите согласно и сохранились на еще меньшей площади.

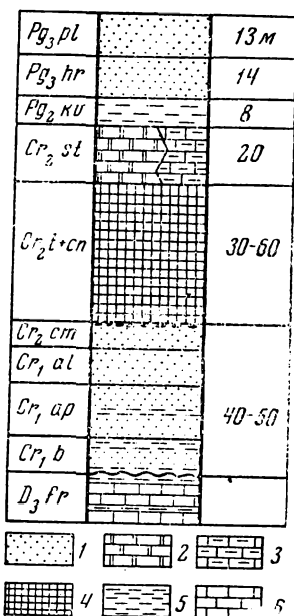


Рис. 2. Стратиграфическая колонка:

1—песок; 2—трепел; 3—мергель; 4—мел писчий; 5—глина; 6—известняк

Светлые пески полтавской свиты залегают на харьковских песках без резкого размыва и сохранились в настоящее время только на трех небольших по площади участках на самых больших абсолютных высотах. Максимальная мощность свиты составляет 13 м.

8. Миоценовые отложения встречены не были. Обрывки плиоценового аллювия отмечаются в долинах всех рек и даже по крупным балкам. Верхнеплиоценовые красно-бурые элювиальные глины имеют небольшую мощность, залегают плащеобразно на более древних породах и большей частью повторяют современный рельеф.

9. Среди четвертичных отложений различаются: а) серые лихвинские суглинки мощностью до 20 м, выполняющие глубокие погребенные долины; б) морена днепровского оледенения, покрывающая большую часть района и отсутствующая только в его западной части, и в) аллювий четырех надпойменных террас.

Строение карстовых воронок

Погребенные карстовые воронки, которые нам удалось наблюдать в обнажениях, имели диаметр от нескольких метров до 100. Воронки могут, видимо, иметь и большие размеры. Так, при вскрышных работах на Лебединском карьере Курской магнитной аномалии (немного юго-западнее изученного нами района) были встречены карстовые воронки, наибольшая из которых имела размеры 500×200 м [6]. Наиболее крупные воронки нами встречены около станции Курбатово, сел Синие Липяги, Мокрец, Першино, Колесников, Кучугуры, Верхнее Турово и др. Воронки наблюдались на различных абсолютных высотах, но нигде не опускались ниже подошвы писчего мела и не выходили за пределы его распространения.

Решить вопрос, контролируется ли распределение воронок по площади современной или древней эрозионной сетью, оказалось достаточно трудным. Дело в том, что при геологических маршрутах наблюдать погребенные карстовые воронки удается только по оврагам. В то же время анализ разрезов скважин, пробуренных на водоразделах, показывает, что погребенные карстовые воронки встречаются там также достаточно часто (месторождения трепела Благодатенское и Нижнедевицкое).

Стенки воронок, как правило, крутые, почти вертикальные. Выполняющие их породы часто сильно нарушены, наклонены под большим углом, иногда поставлены на голову. В ряде случаев они лежат более спокойно. В современных оврагах редко удается видеть обе стенки одной воронки. Обычно видно прислонение к мелу пород заполняющих воронку только в одной стенке, а еще чаще удается видеть только одну или несколько свит палеогена, залегающие наклонно и находящиеся значительно ниже нормальных для этих свит абсолютных высот (иногда на 50—75 м). Такие отторженцы пород палеогена местами прослеживаются на 50 м и более. Во многих крупных воронках заполняющие их породы залегают в виде отдельных блоков шириной 3—10 м, отделенных друг от друга четкими поверхностями срыва, по которым приведены в соприкосновение разновозрастные свиты (рис. 3). При этом обычно наиболее глубоко проседает центральный блок; в нем мы видим самые молодые свиты, чаще всего полтавские пески. По направлению к краям воронки появляются более древние отложения. У сел Мокрец, Кучугуры и в других пунктах наблюдались воронки, имеющие более сложное строение, которое, по-видимому, связано со слиянием нескольких отдельных воронок, т. е. в этом случае формы напоминают поля.

Здесь глубоко просевшие молодые породы в центре воронки разделены менее просевшими более древними отложениями, а иногда и писчим мелом. Некоторые из таких воронок зарисовал М. Н. Грищенко в районе сел Мокрец и Горшечное.

В большинстве обнажений, где это удавалось наблюдать, породы, выполняющие погребенные воронки, прислонены к мелу. Однако в карьере Благодатенского комбината были хорошо видны две воронки

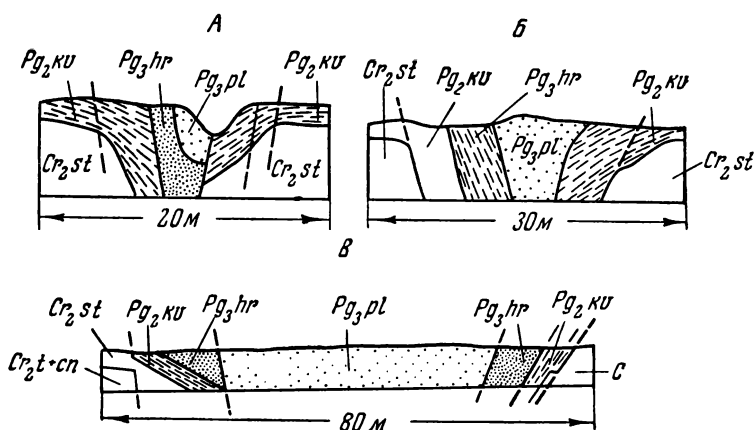


Рис. 3. Погребенные карстовые воронки, вскрытые карьерами и оврагами.

А, Б — воронки, вскрытые карьером Благодатенского трепельного комбината (Курская область); В — воронка, вскрытая оврагом на северной окраине с. Синие Липяги (Воронежская область)

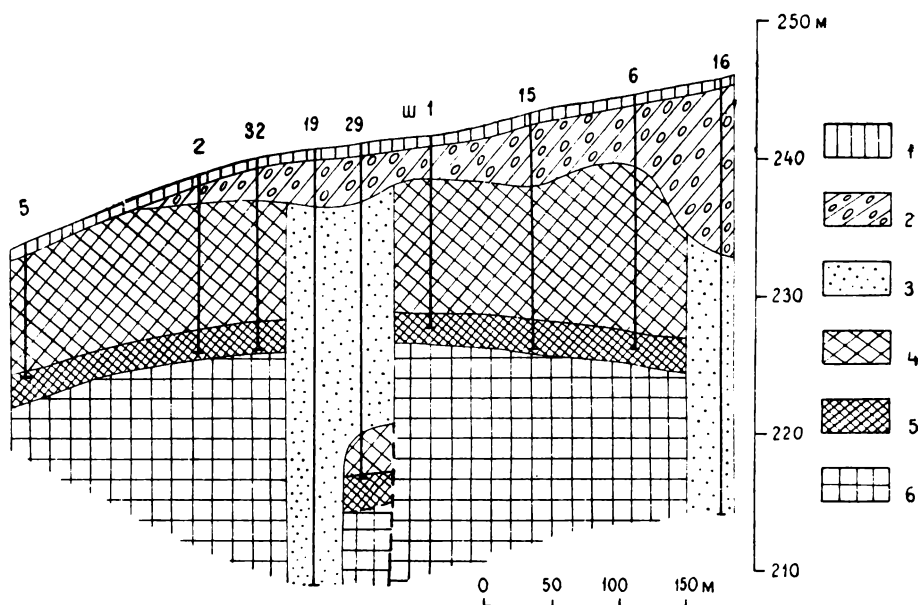


Рис. 4. Геологический разрез по разведочному участку Попов Лог, Воронежская область:

1—суглинки покровные pgQ_{II-III} ; 2—морена днепровского оледенения glQ_{II} dp; 3—пески полтавской свиты Pg_{3pl} ; 4—трепел сантонского яруса Cr_{2st} ; 5—песчаный трепел сантонского яруса Cr_{2st} ; 6—писчий мел туронского и коньякского ярусов $Cr_{2t}+cn$

в толще трепелов сантона (рис. 3, А, Б). Карьер вскрыл верхние части воронок, располагающиеся среди перекрывающих мел нерастворимых пород, но образование воронок, несомненно, связано с растворением мела. Скважины, пробуренные при разведке трепела (рис. 4), показывают, что такие случаи очень многочисленны, и более того, на водоразделах, где от размыва сохранились трепелы сантона и палеогена, в верхних частях глубоких воронок и в мелких воронках заполняющие их породы располагаются среди перекрывающих мел нерастворимых толщ.

Подшва воронок в обнажениях видна редко. Иногда в основании воронок виден мел. В карьере Лебединского рудника Курской магнит-

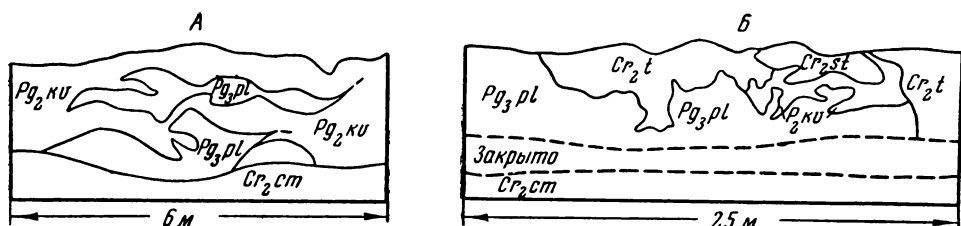


Рис. 5. Детали строения погребенных воронок, вскрытых карьерами и оврагами.

А — участок воронки, вскрытой оврагом около с. Успенка (Курская область);
Б — участок воронки, вскрытой Лебединским карьером Курской магнитной аномалии

ной аномалии, а также близ сел Успенка и Нижняя Ведуга удалось наблюдать несколько воронок, в которых мел растворился на всю глубину и подошва пород, заполняющих воронки, располагалась прямо на песках сеномана. Такие же случаи известны и по многим скважинам. Во всех самых глубоких просадочных воронках породы, выполняющие нижние части воронок, причудливо смяты, перекручены (рис. 5, А, Б). Чаще всего здесь перемешаны полтавские пески и глинистые трепелы киевской свиты.

Изучение состава пород, заполняющих воронки, показало, что среди них совершенно отчетливо различаются те же свиты морского палеогена (киевская, харьковская), а также полтавская свита, которые распространены на водоразделах, где они сохранились в ненарушенном залегании. Кроме пород палеогена в воронках часто отмечаются мергели и трепелы сантона. Каких-либо фациальных различий или изменений мощности между сантонскими и палеогеновыми отложениями, сохранившимися на водоразделах и залегающими в погребенных карстовых воронках, установлено не было.

Условия образования воронок

Тот факт, что в воронках мы наблюдаем породы палеогена и сантона, отличающиеся от своих аналогов, сохранившихся на водоразделах, только некоторой нарушенностью и передробленностью, позволяет сделать выводы об условиях образования воронок, глубине карстовых просадок и возрасте карста. Как могло оказаться в одной воронке несколько свит морского палеогена, часто прислоненных друг к другу по вертикальным контактам на одном уровне, но иногда на 50—75 м ниже тех же свит в ненарушенном залегании? Очевидно, только при проседании пород сантона и палеогена, залегающих на мелу, по мере его растворения в условиях покрытого карста. В тех случаях, когда помимо других свит палеогена проседали полтавские пески (а этот случай один из самых распространенных), мощность нерастворимых пород, перекрыва-

вавших мел, была не менее 40 м. Именно такова в среднем мощность пород, залегающих между полтавской свитой и писчим мелом (см. рис. 2).

Нам представляется, что при росте воронок в мелу, в отличие от карста других карбонатных пород, процессы медленного проседания значительно преобладали над процессами обрушения. В пользу этого свидетельствует слабая нарушенность пород, просевших в воронки, позволяющая различать среди них отдельные свиты. Учитывая условия залегания пород, заполняющих воронки, можно думать, что мел растворялся постепенно и одновременно с этим так же постепенно проседали породы сантонского яруса и палеогена. В результате просадки на поверхности земли должны были образоваться понижения, в которые с окружающих пространств дождевые воды намывали полтавские пески, а в четвертичное время — суглинки. Таким образом, между растворением мела и заполнением воронки не было сколько-нибудь значительно промежутка (с учетом геологического масштаба времени). О том, что процессы обрушения все же имели какое-то место, свидетельствуют брекчии дробления, иногда отмечающиеся по поверхностям срыва, на границе двух блоков. Такую же природу скорее всего имеют трещины со смещением до 1,5 м, описанные Г. И. Бушинским [1] в забое карьера Подгорненского цементного завода. В перераспределении пород, просевших во время роста воронок, определенную роль играли процессы суффозии, благодаря чему пески, особенно полтавские, вмывались в трещины и перемещались в нижние части воронок, иногда опускаясь ниже других свит.

Большой интерес представляет вопрос, в какой части толщи мела происходило его растворение, сопровождающееся образованием свободного пространства, необходимого для роста воронок. По-видимому, чаще всего, растворение мела происходило не в его кровле, так как в некоторых воронках под сравнительно неглубоко просевшими трепелами сантона писчий мел на контакте с трепелом не несет каких-либо следов растворения. Во многих случаях видно, что верхняя часть толщи писчего мела проседала в воронки вместе с вышележащими нерастворимыми породами, а растворение мела, вызывавшее рост воронки, должно было происходить где-то на большей глубине.

Мы не будем касаться гидрогеологических условий образования мелового карста, тем более что при анализе погребенного карста надо анализировать палеогидрогеологические условия, что представляет собой задачу крайне сложную. Заметим только, что нижние части некоторых воронок в настоящее время располагаются ниже зеркала подземных вод. Как и у других пород, механические свойства мела сильно меняются в зависимости от степени его насыщенности водой. В сухом состоянии мел обладает достаточной прочностью; обводненный же мел часто находится в пластичном состоянии и неоднократно извлекался из скважин в полужидком виде. Отсюда можно сделать предположение, что вертикальные поверхности срыва, четкое блоковое строение и брекчии дробления характерны для верхних частей воронок, для которых в момент роста вмещающей породой был сухой мел. Сложное пластическое смятие пород в нижних частях воронок (см. рис. 5) скорее всего происходило на контакте с водонасыщенным мелом.

Глубина просадок

Как видно из рис. 6, величина просадки и глубина воронки не всегда совпадают. Так, если в воронке на одной и той же высоте видны две свиты палеогена, просадка будет иметь разную числовую величину,

в зависимости от того, по какой свите мы будем рассчитывать смещение. Кроме того, верхние части воронок могут быть уничтожены последующим размывом. В таком случае величина просадки может быть много больше глубины реальной сохранившейся воронки. В случае мало затронутых размывом воронок, располагающихся на высоких водоразделах, глубина воронки и величина просадки достаточно близки. В целом

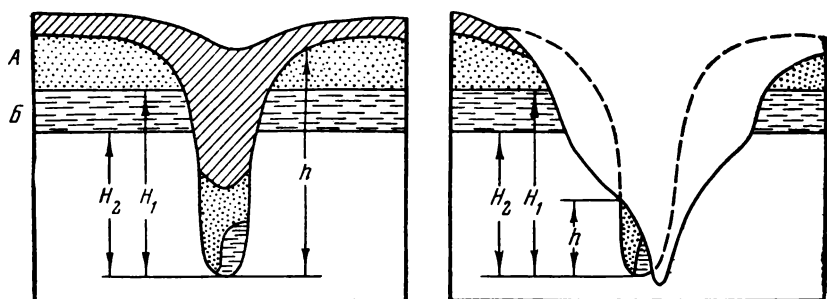


Рис. 6. Соотношение величины просадки и глубина воронки:
 H_1 — величина просадки по свите A ; H_2 — величина просадки по свите B ;
 h — глубина воронки

величина просадки характеризует глубину карстовой формы более точно, так как при наблюдении в обнажениях мы, как правило, не получаем представления о размерах воронок (размыты, вскрыты оврагами только частично), в то время как величина просадки почти всегда может быть рассчитана.

Действительно, если в карстовых воронках присутствуют те же свиты палеогена, которые находятся в нормальном залегании на водоразделах, разность высот залегания какой-либо свиты в ненарушенном состоянии и в карстовой воронке и будет величиной просадки. При достаточной геологической изученности района и почти горизонтальном залегании пород, даже если вблизи воронки палеогеновые отложения в настоящее время не сохранились, абсолютная высота подошвы той

Т а б л и ц а 1
 Глубины просадок

Глубина просадок в м	Число воронок	%
до 25	19	14
25—50	37	28
50—75	66	50
более 75	10	8

или иной свиты может быть восстановлена путем соответствующего пересчета. Полученные таким способом данные о глубине просадок по 132 погребенным карстовым воронкам, наблюдавшимся в обнажениях, приведены в табл. 1.

При таком методе определения глубин просадок на получаемые результаты влияют многие косвенные факторы. С одной стороны, глубины просадок обычно преуменьшаются, так как в обнажениях мы, как правило, не видим самых глубоких частей воронок. С другой стороны, в крупных долинах мелкие воронки большей частью целиком уничтожены размывом и мы можем фиксировать здесь только наиболее глубокие просадки. Таким образом, при наблюдениях в обнажениях с увеличением глубины эрозионного вреза процент глубоких просадок будет возрастать.

Как видно из табл. 1, глубины значительной части просадок оказались очень велики; более половины из них превышает 50 м. Достаточно

ясно, что максимально возможная глубина просадки может быть равна сумме мощностей мела и нерастворимой покрывки. В наших условиях максимальные глубины просадок, следовательно, могли быть около 100 м (60 м мела + 40 м нерастворимой покрывки).

Анализ разрезов скважин, попавших в карстовые воронки, показывает, что большие глубины воронок действительно существуют. Сведения о нескольких скважинах, вскрывших такие воронки, приведены в табл. 2. Колонка скв. 103 приведена на рис. 7.

Т а б л и ц а 2

Самые глубокие воронки, вскрытые скважинами*

№ скважины и ее место- нахождение	Глубина ворон- ки (вместе с перекрываю- щими порода- ми) в м	Рассчетная глы- бина просадки (по полтавской свите) в м	Мощность мела, уничтожен- ная раство- рением в м
103, хутор Вы- сокий	88	70	37
178, с. Ясенки	72	80	55 полностью
338, с. Синие Липяги	77	85	55 полностью
198, ст. Курба- тово	63	95	45 полностью

* Цифры приближенные.

Возраст погребенного карста

Вопрос о возрасте мелового карста, заполненного породами палеогена, удобнее рассмотреть на основании сначала анализа геологической истории района, а затем изучения конкретных разрезов воронок. Для краткости изложения необходимо ввести три термина:

1. П р о с е в ш и е п о р о д ы ¹ — морские и континентальные нерастворимые породы, залегающие на писчем мелу, и по мере растворения мела проседавшие в воронки. Влияние карста на эти породы свелось к перемещению их на более низкие отметки, дроблению и перемешиванию.

2. П о р о д ы, с и н х р о н н ы е к а р с т у, — породы, отлагавшиеся в карстовых воронках одновременно с их ростом. Карст оказывал самое непосредственное влияние на мощность и состав этих отложений. Многие из них известны только в воронках.

3. П е р е к р ы в а ю щ и е п о р о д ы — породы, отложившиеся сверху на карстовых воронках, уже прекративших к этому времени свой рост. Карст влиял на них уже только как статический фактор; если воронки еще были выражены в рельефе, в них мощность перекрывающих пород несколько увеличивалась.

Из приведенных определений видно, что карст никак не может быть древнее пород, просевших в воронки. Поскольку почти во всех воронках отмечаются полтавские пески, не подлежит никакому сомнению послеполтавский возраст карста. По этой же причине сам собой отпадает вопрос о карсте допалеогеновом. Насколько нам известно, нигде

¹ В ряде случаев вместе с вышележащими породами проседает верхняя часть толщи мела. В подобных случаях эту часть мела надо также относить к просевшим породам.

в нашем и соседних районах в карстовых воронках не встречались какие-либо более древние породы, чем те, которыми начинается разрез палеогена. Несмотря на континентальный перерыв между сантонским ярусом и эоценом, проявлений карста этого возраста совершенно не наблюдается, скорее всего потому, что в это время не было сколько-нибудь расчлененного рельефа — необходимого условия для интенсивной циркуляции воды, а следовательно, и для роста карстовых воронок.

После отложения песков полтавской свиты на рассматриваемой территории начал формироваться рельеф, и после того как глубина эрозионного вреза достигла писчего мела, создались необходимые предпосылки для интенсивной циркуляции воды, а следовательно, и для развития мелового карста.

Возраст полтавских песков в различных районах неодинаков. Немного западнее, около г. Тим расположены эталонные разрезы полтавской свиты, содержащие листовую флору олигоценового возраста. Наиболее вероятно, что и на нашей территории отложение полтавских песков завершилось в конце олигоцена. Карстовые воронки, таким образом, могут иметь самый различный возраст — от позднеолигоценового (может быть, раннемиоценового, учитывая время, необходимое для образования долин, вскрывших мел) и до современного. Этапы поднятий земной коры, с которыми должно быть тесно связано усиление развития карста в мелу, можно установить, анализируя условия залегания пород миоцена, плиоцена и плейстоцена. Поскольку вся рассматриваемая территория расположена в пределах Средне-Русской возвышенности, эти отложения были здесь развиты незначительно и еще меньше сохранились в настоящее время. Поэтому для восстановления истории колебательных движений и развития рельефа надо обратиться к восточному склону возвышенности и прилегающей части Тамбовской равнины, где древние свиты сохранились лучше.

В миоцене наиболее глубокий эрозионный врез соответствует ламкинской свите, а в плиоцене — кривоборской; в четвертичное время — лихвинскому аллювию, второй террасе и пойме. Самый глубокий врез — кривоборский. Кривоборская долина, проходящая в 15 км восточнее рассматриваемого района, врезана на 80—90 м ниже подошвы писчего мела. Поскольку глубокий эрозионный врез связан с понижением базиса эрозии, надо думать, что этим этапам и соответствовали периоды усиления карстового процесса.

На развитие карста определенное влияние мог оказать климат. Палинологические исследования показывают, что в миоцене он был теплым и влажным (субтропическая растительность), а в плиоцене стал много суше (распространение степной растительности).

Рассмотрим теперь конкретные геологические данные по отдельным карстовым воронкам, позволяющие уточнить время их формирования.

При анализе возраста конкретных воронок возможны два пути: 1) установление возраста пород, сформировавшихся в воронках в процессе их роста; 2) сопоставление возраста пород, просевших в воронку с ее положением в рельефе.

Наиболее точные данные о возрасте воронок могут быть получены тогда, когда известен возраст пород, синхронных карсту. Но эти породы, формировавшиеся в воронках во время их роста, заметно отличаются от своих «сверстников» вне воронок и их возраст обычно установить очень трудно. Так, верхние части большинства воронок заполнены полтавским песком, намывым в воронки, причем время этого намывания остается неясным.

Случаи, когда все же имеются данные о возрасте синхронных карсту пород, редки. Так, близ ст. Нижнедевицк, около хутора Высокий была пробурена картировочная скв. 103. По проектному разрезу она должна была вскрыть полтавскую и все нижележащие свиты палеогена. На самом деле скважина попала в погребенную воронку, прошла 88 м по заполняющим ее породам, после чего сразу вошла в писчий мел туронского яруса (рис. 7). Скважина под 12,5-метровым слоем моренных суглинков, относящихся к днепровскому оледенению, вскрыла 44 м серых слоистых песчанистых суглинков четвертичного облика, после чего вошла в пески полтавской свиты, находящиеся в смещенном залегании. Суглинки такого облика и мощности в нормальном залегании нигде до сих пор не обнаруживались. Они очень напоминают суглинки, которые намываются в днищах современных активных воронок и, надо думать, также сформировались в процессе роста воронки. Соседняя скважина (в 50 м от скв. 103) совсем не встретила этих суглинков. Из серых суглинков были определены споры и пыльца четвертичного облика. Учитывая, что суглинки залегают под мореной днепровского оледенения, возраст их может быть только нижнеплейстоценовым или соответствовать самому началу среднего плейстоцена, до начала днепровского оледенения. Таков же и возраст воронки. Рост воронки, по-видимому, был остановлен днепровским ледником.

Четвертичные суглинки большой мощности, синхронные карсту, встречены во многих скважинах на Благодатненском месторождении (рис. 8), но поскольку месторождение расположено во внеледниковой области, а спорово-пыльцевые исследования не проводились, уточнить возраст суглинков не удалось. Ясно только, что эти воронки росли и в четвертичное время¹.

Менее отчетливые данные получены по скв. 178 в с. Ясенки, вскрывшей воронку глубиной около 77 м, причем мел в ней растворился полностью и породы палеогена опустились прямо на сеноман. Здесь под мо-

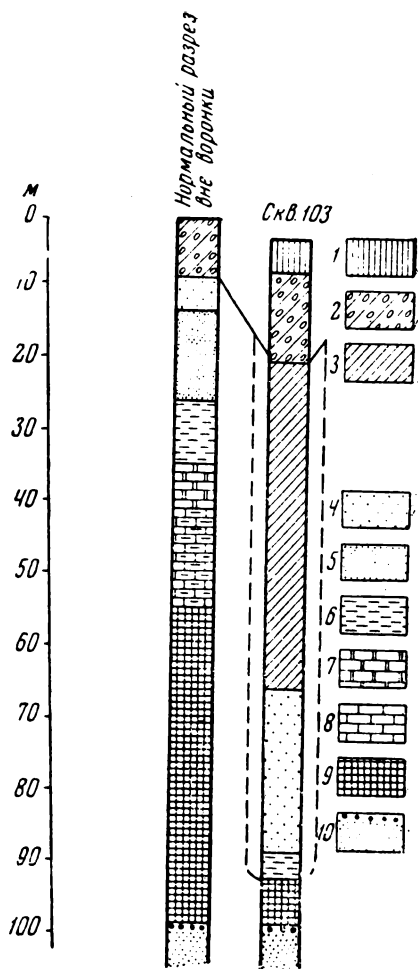


Рис. 7. Разрез скв. 103, вскрывшей погребенную карстовую воронку:

1 — суглинки покровные rgQ_{II-III} ; 2 — морена днепровского оледенения $glQ_{II} dp$; 3 — суглинки четвертичные Q_{1-2} ; 4 — пески полтавской свиты Pg_{apl} ; 5 — пески харьковской свиты Pg_{ahr} ; 6 — глины киевской свиты Pg_{kv} ; 7 — трепел сантонского яруса Cr_{2st} ; 8 — мергели сантонского яруса Cr_{2st} ; 9 — писчий мел туронского и коньякского ярусов $Cr_{2t}+cp$; 10 — песок и фосфориты сеноманского яруса Cr_{2sp}

¹ Образование воронок, описываемых автором в данном и предыдущих абзацах, могло начаться еще в плиоцене. — Прим. ред.

рождение расположено во внеледниковой области на довольно больших абсолютных высотах, где от размыва сохранились трепелы сantonа и даже киевской свиты. Харьковские и полтавские пески смыты. Скважины, пробуренные по сетке 200×200 м, в большинстве доведены до писчего мела¹.

Воронки на Благодатненском месторождении можно объединить в четыре группы (см. рис. 8).

1. Большое количество воронок заполнено полтавскими песками (скв. 1, 6, 21). Можно считать, что они росли достаточно давно, когда

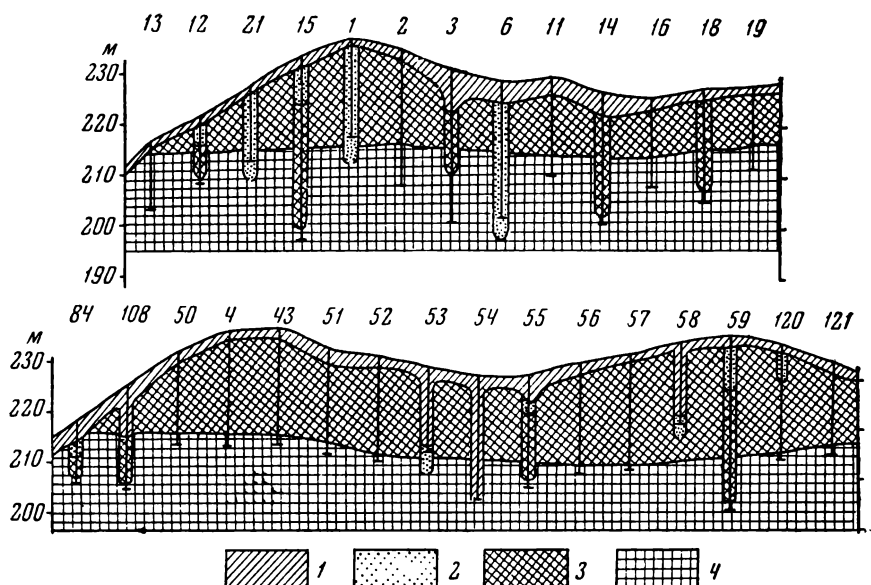


Рис. 8. Геологические разрезы по Благодатненскому месторождению трепела, Курская область:

1—суглинки четвертичные; 2—пески полтавской свиты; 3—трепел киевской свиты и сantonского яруса; 4—писчий мел туронского и коньякского ярусов

в этом районе абсолютные высоты были больше, полтавская свита еще не была смыта и могла проседать в воронки по мере их роста. Часть песков может быть переотложенной, но это не меняет дела, так как переотлагаться пески могли только в том случае, если они находились в непосредственной близости. Эти воронки никак не влияют на мощность перекрывающих четвертичных суглинков и, следовательно, в четвертичное время рост их уже прекратился.

2. Не менее часты воронки, заполненные трепелом сantonского яруса и киевской свиты (скв. 14, 18). Они образовывались позднее первых, когда на месторождении породы полтавской и харьковской свит уже были уничтожены и в воронку могли проседать только трепелы. Эти воронки также не влияют на мощность перекрывающих четвертичных суглинков и в четвертичное время не росли.

3. Достаточно часты воронки, в которых содержатся отложения полтавской свиты палеогена, но, кроме того, увеличивается мощность четвертичных отложений (см. рис. 8, скв. 53, 58). Эти воронки скорее

¹ Все приведенные рассуждения, впрочем, применимы и для ледниковой области и любого участка, независимо от его положения в рельефе.

всего росли в дочетвертичное время, когда могли проседать полтавские пески, а затем в четвертичное время — проседание продолжалось и накапливались суглинки в воронках.

4. Наконец, значительно реже встречаются воронки, в которых содержатся только трепелы и четвертичные суглинки (см. рис. 8, скв. 3, 108). Эти воронки самые молодые и росли в четвертичное время. Именно такой разрез должен образовываться в современных растущих воронках, не совпавших с более древними. Причем на месторождении воронки этого типа вскрыты как раз на тех участках, где имеется много выраженных в рельефе замкнутых блюдцеобразных западин.

Нам представляется, что высказанные положения применимы к любому участку нашего района. В самом общем виде можно считать, что чем моложе палеогеновые отложения, просевшие в воронку, и чем ниже высоты рельефа вблизи нее, тем воронка древнее, особенно это относится к междуречным пространствам, где перестройка рельефа под воздействием процессов денудации идет медленнее, чем в оврагах и речных долинах.

Подводя итог, можно считать, что воронки имеют самый различный возраст, причем значительная часть из них достаточно древняя — миоценовая и нижнеплиоценовая. Когда история развития рельефа и эпейрогенические движения неогенового времени станут известны лучше, метод определения возраста воронки по ее положению в рельефе и составу просевших пород сможет быть значительно более точным.

Значение исследования мелового карста

Изучение погребенного мелового карста представляет большой интерес и для дальнейшего развития учения о карсте и для практических целей. Меловой карст настолько распространенное явление, что с ним нельзя не считаться при разведках и эксплуатации месторождений. Так, при разведке мела и трепела карстовые воронки, вскрытые скважинами, часто принимают за допалеогеновые размывы и вследствие этого из подсчета запасов необоснованно исключают целые блоки. На эксплуатируемых открытым способом месторождения Курской магнитной аномалии последнее время карст в мелу привлек к себе внимание в связи с проблемой устойчивости откосов, сложенных закарстованным мелом. Достаточно хорошо известна связь максимальной водообильности мелового водоносного горизонта с наиболее закарстованными участками. Не менее важно изучение карста в мелу при гидротехническом строительстве на меловых породах.

Погребенный карст нельзя не учитывать при геологической съемке. На плохо обнаженных водораздельных пространствах для изучения разреза палеогена приходится бурить картировочные скважины. Если эти скважины попадают в неглубокие карстовые воронки, в блок, просевший сравнительно немного, вскрываемый ими разрез трудно отличить от нормального и можно получить искаженное представление о строении палеогеновых отложений. Нам кажется, что неоднократно отмечавшиеся западнее исследованного нами района размывы внутри палеогена, сопровождающиеся выпадением из разреза ряда свит, связаны именно с подобными случаями.

В то же время при решении некоторых вопросов меловой карст может оказать известную помощь. Так, в погребенных воронках отдельные опущенные блоки часто находятся в слабо нарушенном состоянии и слагающие их породы сохраняют примерно горизонтальное залегание. В таких обнажениях можно изучать слоистость, собирать фауну,

изучать контакты свит, т. е. решать такие задачи, которые не могут быть решены по скважинам из-за ограниченного диаметра керна. Особенно это относится к тем свитам, которые в ненарушенном залегании почти не сохранились.

Основные выводы

Существовавшее до сих пор мнение о широком развитии погребенного мелового допалеогенового карста оказалось ошибочным. Воронки образовывались в послеполтавское время в условиях покрытого карста и заполнялись породами палеогена, которые проседали в них по мере растворения писчего мела. В некоторых случаях, анализируя положение воронок в рельефе и состав заполняющих их пород, удастся уточнить возраст карстовых форм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бушинский Г. И. Литология меловых отложений Днепрово-Донецкой впадины. «Тр. Геол. ин-та АН СССР», 1954, вып. 156.
 2. Дубянский А. А. Ископаемый карст среди верхнемеловых отложений. «Бюл. Моск. о-ва испыт. природы», отд. геол., 1937, т. XV, вып. 4.
 3. Зубашенко М. А. О меловом карсте Средне-Русской возвышенности. «Изв. Воронежск. пед. ин-та», 1948, т. X, вып. 2.
 4. Мильков Ф. Н. География и морфология активного мелового карста на юге Средне-Русской возвышенности. «Изв. Воронежск. отд. Всес. геогр. о-ва», 1957, вып. 1.
 5. Родионов Н. В. Карстовые явления в верхнемеловых отложениях центр.-черноземн. областей. «Тез. докл. на совещ. по изуч. карста», вып. II. М., Изд-во АН СССР, 1956.
 6. Шекин Ю. С. Сравнение геологического строения Лебединского месторождения по данным разведки и эксплуатации. Геология и полезн. ископ. центр.-черноземн. областей. «Тр. межобл. геол. совещания». Воронеж, 1964.
-

О МЕХАНИЗМЕ ВНЕДРЕНИЯ ПЛАСТОВЫХ ТРАППОВЫХ ИНТРУЗИЙ НОРИЛЬСКОГО РАЙОНА

А. В. Тарасов

Содержание. В статье приводятся несколько наиболее типичных и широко распространенных в Норильском районе примеров активного внедрения пластовых трапповых интрузий. Механизм внедрения пластовых интрузий близок к механизму гидроразрыва. Внедрение пластовых интрузий сопровождается активным механическим воздействием на вмещающие породы: раздвигание интродуцируемых пород, уплотнение и нарушение сплошности вышележащих толщ, образование «структур нагнетания» и трюбок, заполненных брекчированным материалом, выдавливание вмещающих пород в пластическом состоянии в ослабленные зоны. При этом считается наиболее активной передовая часть интрузии, где возникает гидродинамический эффект и волна напряжений, вспарывающая осадочную толщу.

Механизм внедрения пластовых интрузий интересовал многих исследователей. В советской литературе этому вопросу посвящены работы Ф. Ю. Левинсон-Лессинга [6], Ю. К. Дзевановского [3], Ю. М. Шейнманна [12], А. А. Полканова [8], М. Г. Равича и Л. А. Чайка [9], В. И. Гоньшаковой [2], Л. М. Плотникова [7]. По данному вопросу названные исследователи придерживаются прямо противоположных представлений. Одни из них (Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, М. Г. Равич и Л. А. Чайка) отводят интродуцируемой магме пассивную роль, другие (Ю. М. Шейнманн, В. И. Гоньшакова и др.) считают, что внедрение трапповых интрузий имеет активный характер и сопровождается разрывными нарушениями.

По Ф. Ю. Левинсон-Лессингу [6], внедрение пластовых интрузий происходит в результате простого обмена места. Отщепившиеся массы осадочных пород погружаются вниз, а полости, образовавшиеся при этом, заполняются магмой. В случае, когда отщепление идет не по одной трещине вдоль слоистости, а по нескольким, возникают многоэтажные пластовые интрузии. По Левинсон-Лессингу, это плавный постепенный процесс, в котором магма играет роль пассивной внедряемой массы.

М. Г. Равич и Л. А. Чайка [9], рассматривая дифференцированные интрузии Таймырской складчатой области, также отводят пассивную роль внедрению этих интрузий. Они отмечают, что образование огромных камер, занимаемых интрузиями, происходило постепенно и, вероятно, связано с опусканием участка геосинклинали в процессе накопления