**Геологические условия развития карста хроника на территории Воронежской области**

С.А.Трегуб, А.И.Трегуб, Воронежский государственный университет

В соответствии с существующими представ-лениями [1,2] под термином «карст» понимаются процессы растворения легко растворимых пород, формы рельефа, которые при этом образуются, а также совокупность отложений, приуроченных к этим формам. Карст среди экзогенных процессов занимает особое место, которое определяется тем, что наблюдающиеся формы чаще всего полигене-тичны. Собственно растворение обычно определяет начальные этапы развития карстовых форм. По мере увеличения их размеров все большее значение при-обретают водная эрозия, гравитационные процессы, суффозия и пр. Их кооперативное действие приво-дит к нелинейности карстового морфогенеза, что существенно осложняет создание статических, ди-намических, а также прогностических и ретроспек-тивных моделей карстообразования.

Классификации карста весьма разнообразны [2]. В морфологическом отношении выделяют три группы карста: поверхностный, глубинный и ком-бинированный (провальный); по геологическому строению разрезов карстовых массивов: открытый (голый), покрытый и перекрытый [3]; среди основ-ных его литологических типов: галоидный, суль-фатный, сульфидный, силикатный и карбонатный [2]. Карбонатный карст, в свою очередь, делится на известняковый, доломитовый и меловой (мел-мер-гельный). В силу широкого развития карбонатных пород карбонатный карст наиболее распространен. Вместе с тем, среди других литологических типов он наиболее сложен в физико-химическом отноше-нии. В основе растворения карбонатных пород ле-жит преобразование карбоната кальция в бикарбо-нат. Оно регулируется содержанием в воде углеки-слого газа. Это содержание зависит от многих при-чин, среди которых температура воды является наи-более важной, поскольку напрямую обусловлена параметрами климата. Карбонатный карст по этой причине делится на ряд климатических типов, среди которых карст умеренного климата (классический карст) и карст влажных тропиков (тропический карст) занимают наиболее важное место [1,2]. Кар-стовые проявления принято делить на активные, развивающиеся в настоящее время, реликтовые, утратившие свою активность по той или иной при-чине, и погребенные.

Среди геологических условий развития кар-ста важнейшее значение имеют литологические, связанные с составом и характером распростране-ния потенциально карстующихся пород в разрезе и по площади; структурно-тектонические (и неотек-тонические, в частности), определяющие интенсив-ность трещиноватости пород, величину вертикаль-ного и горизонтального расчленения поверхности, запасы ее потенциальной энергии, общую актив-ность экзогенных процессов, мощность зоны аэра-ции, динамику подземного и поверхностного стока; палеогеографические (историко-геологические), обусловливающие возможность и специфику разви-тия карста в геологическом прошлом.

Степень изученности карбонатного карста на территории Воронежской области вряд ли можно назвать удовлетворительной. Если географическим аспектам формирования современных карстовых ландшафтов посвящено большое количество работ, охватывающих всю Восточно-Европейскую равни-ну или ее отдельные части [4-6], то геологии карста пока посвящены редкие публикации [7,8]. Вместе с тем геологические аспекты изучения карста наряду с географическими имеют важное значение при ин-женерно-геологических дрогеологи-ческих и геоэкологических исследованиях. Древние проявления карс, развивающиеся в парагезисе с другими процессми корах выветваня, тесно связаны с возникновением целого ряда месторожде-ний полезных ископаемыхВсе эт обусловливает настоятельную необходиостькомплексного под-хода к изучению карста, разработке новых методик картирования его проявлений как на новейшем эта-пе геологического развития территории, так и в от-даленном геологическом прошлом. В целом при изучении геологических условий развития карбо-натного карста территории Воронежской области можно наметить ряд наиболее важных направлений: 1 – картирование и морфологическая систематика как современных так и древних проявлений карста в мел-мергельном и известняковом вариантах; 2 – изучение и классификация карстовых отложений; 3 – исследование литологических свойств потенци-ально карстующихся пород в тесной связи с текто-нической и неотектонической структурой региона; 4 – выделение эпох карстообразования в истории формирования осадочного чехла.

В основу районирования территории Воро-нежской области по условиям развития экзогенных процессов может быть положена неотектоническая структура этой территории [9]. Неотектонические движения (движения неоген-четвертичного време-ни) определили каркас современного рельефа, мощ-ность зоны гипергенеза и характер ее разреза в раз-личных частях территории Воронежской области. В структуре новейшего (неогенового и четвертичного) структурно-вещественного комплекса (СВК) основ-ными типами структурных элементов являются пликативные штамповые структуры (поднятия, де-прессии, структурные террасы) и разделяющие их области динамического влияния разломов (ОДВР) фундамента, которые образованы парагенезисом пликативных и дизъюнктивных элементов [10]. Во-ронежская область располагается на сочленении Окско-Донской впадины и Среднерусской антекли-зы - пликативных структур первого ранга (рисунок). Граница между ними отчетливо выражена во всех элементах неоген-четвертичного СВК: в рельефе поверхности, наборе генетических типов новейших отложений, их возрастном диапазоне и мощностях. Она также выражена в распределении скоростей современных вертикальных тектонических движе-ний. В структуре кристаллического основания платформы эта граница отчетливо коррелируется с зонами крупных разломов, которые разделяют гете-рогенные блоки докембрийского фундамента [11]. Длительная активность разломов в продолжение всего фанерозоя обусловила формирование в над-разломном пространстве осадочного чехла зон ин-тенсивной трещиноватости и, как следствие, повы-шенной проницаемости пород.

В пределах Окско-Донской впадины в разрезе осадочного чехла к потенциально карстующимися породам могут быть отнесены отдельные горизонты девона, представленные в значительной степени известняками и доломитами. В области Среднерус-ской антеклизы основное значение имеет мел-мергельная толща верхнего мела. Строение зоны гипергенеза территории Среднерусской антеклизы неоднородно и подчинено неоструктурному плану. Среди штамповых структур второго ранга здесь вы-деляются Еманчинское, Острогожское, Кантемиров-ское и Калачское поднятия, границы между кото-рыми представлены Потуданским, Чернокалитвин-ским и Павловско-Мамонским линейными прогиба-ми, сформированными над крупными зонами раз-ломов в фундаменте: Репьевско-Лискинской, Чер-нокалитвинской, Лосевско-Мамонской [12].

Еманчинское поднятие располагается на пра-вобережье Дона в бассейнах рек Трещевки, Ведуги, Девицы и Потудани. Семилукским прогибом [12] поднятие делится на две части: северную и южную. В северной части в строении разреза зоны гиперге-неза принимают участие два потенциально кар-стующихся карбонатных комплекса: верхнемеловой и девонский. Верхнемеловой комплекс представлен в основном туронским и коньякским ярусами. В литологическом отношении [13] туронский ярус сформирован мелом с большой примесью кварцево-го песка (особенно в нижних частях разреза), а коньякский более чистым, местами слабо глини-стым писчим мелом. Их общая мощность в конту-рах северной части Еманчинского поднятия дости-гает 15 м. Подошва карбонатного комплекса во многих местах вскрывается в склонах речных и ба-лочных долин, подстилаясь преимущественно пес-чаными отложениями сеноманского, альбского, апт-ского ярусов, а также неокомского надъяруса. Ме-ловая толща перекрыта почти повсеместно леднико-выми отложениями, субаэральными лессово-почвенными образованиями, комплексом склоновых отложений четвертичного возраста, а также непо-средственно современными почвами. Мощность перекрывающих отложений весьма изменчива, но обычно не превосходит 5 м. На значительных пло-щадях на склонах речных и овражно-балочных до-лин писчий мел выходит непосредственно на днев-ную поверхность. Такое строение разреза с учетом большого вертикального и горизонтального расчле-нения обеспечивает высокую степень дренажа под-земных вод и весьма благоприятные условия для возникновения и развития карста как в поверхност-ных, так и в глубинных формах; в открытом и по-крытом вариантах. Формирование глубинного кар-ста должно тяготеть к зонам повышенной трещино-ватости вдоль границ северной части поднятия. Среди сопутствующих экзогенных процессов усло-вия благоприятны для развития вертикальной суф-фозии, оползней отседания, плоскостной и линей-ной водной эрозии. Карстовые и указанные сопутст-вующие им явления сосредоточены в верхнем ярусе современного рельефа.

Второй комплекс потенциально карстующих-ся пород залегает под отложениями нижнего мела и образован верхней частью воронежского горизонта франского яруса верхнего девона, которая сложена преимущественно раскристаллизованными извест-няками мощностью до 1,5 м [13]. Выходы известня-ков вскрываются в правом борту долины Дона, а также в нижних частях склонов на уровне тыловых швов пойм в долинах Ведуги и Девицы. Их кровля часто образует поверхность структурной террасы, которая перекрыта деляпсием мощностью до 1 м. Известняки подстилаются преимущественно глини-стыми и карбонатно-глинистыми отложениями де-вона, создающими достаточно выдержанный по площади водоупор. Известняковый карст в сравне-нии с меловым имеет подчиненное значение.

В южной части Еманчинского поднятия на высоких водоразделах верхнемеловой карбонатный комплекс перекрыт преимущественно песчано-алевритовыми отложениями палеогена, что обу-словливает возможность широкого распространения покрытого карста. На сниженных водоразделах и придолинных частях склонов верхнемеловой карбо-натный комплекс перекрыт четвертичными ледни-ковыми и субаэральными лессово-почвенными об-разованиями мощностью до 5 м. Мощность верхне-меловых отложений наращивается за счет сантон-ского яруса. В южной части Еманчинского поднятия воронежский горизонт отсутствует и в зоне гипер-генеза, таким образом, выделяется только верхне-меловой карбонатный комплекс.

Острогожское неотектоническое поднятие охватывает междуречье Потудани, Дона и Черной Калитвы (Донское Белогорье). В состав верхнеме-лового карбонатного комплекса входят писчий мел, мелоподобные и глинистые мергели туронского, коньякского, сантонского и кампанского ярусов, которые подстилаются преимущественно песчаны-ми отложениями нижнего мела незначительной мощности и девонскими в основном терригенными образованиями. Мощность верхнемеловой толщи достигает 100 и более метров. Ее подошва вскрыва-ется в самых глубоких эрозионных врезах по право-бережью Дона. На значительных площадях верхне-меловой карбонатный комплекс перекрыт (до 30-40 м) палеогеновыми отложениями, среди которых важное значение имеют глины киевской свиты эо-цена (мощностью до 20 м) [13]. Глины образуют выдержанный по площади водоупорный горизонт. На площади их распространения возможно развитие лишь перекрытого карста в зонах повышенной тре-щиноватости мел-мергельных пород. На сниженных водоразделах, в придолинных частях склонов рек и балок мел-мергельная толща перекрывается четвер-тичными отложениями или непосредственно выхо-дит на дневную поверхность. Здесь создаются усло-вия для активного развития открытого поверхност-ного и глубинного карста. Палеозойский карбонат-ный комплекс в пределах зоны гипергенеза Осторо-гожского поднятия отсутствует.

Кантемировское неотектоническое поднятие, занимающее крайний юг Воронежской области на правобережье Черной Калитвы, характеризуется широким распространением по площади песчаных и глинистых отложений палеогенового и неогенового возраста, которые перекрываются лессово-почвен-ными образованиями квартера. Верхнемеловой кар-бонатный комплекс выходит в нижних частях скло-нов речных и крупных балочных долин. Его подош-ва нигде не обнажается и уходит глубоко за пределы современного положения нижней границы зоны гипергенеза. Верхнемеловые мел-мергельные отло-жения представлены туронским, коньякским, сан-тонским, кампанским и, местами, маастрихтским ярусами. На большей части территории современ-ное развитие карстовых процессов возможно только в формах перекрытого карста.

Калачское неотектоническое поднятие, соот-ветствующее в рельефе одноименной возвышенно-сти, характеризуется увеличенной средней мощно-стью четвертичных отложений, представленных помимо аллювиальных, ледниковыми, водно-ледни-ковыми и лессово-почвенными образованиями. Приводораздельные пространства сложены песчано-глинистыми палеогеновыми отложениями значи-тельной мощности, под которыми залегает верхне-меловой карбонатный комплекс. Он представлен туронским, коньякским, сантонским ярусами и под-стилается преимущественно песчаными образова-ниями сеномана, а также нижнего мела. Развитие мелового карста возможно в перекрытом поверхно-стном и глубинном вариантах. Только в бортовых частях крупных долин, где мел-мергельная толща выходит на поверхность, возможны проявления го-лого карста.

В пределах Окско-Донской впадины в разрезе осадочного чехла карбонатные отложения связаны только с палеозойскими образованиями. Характер разреза зоны гипергенеза подчинен неоструктурно-му плану, в котором среди структурных элементов второго ранга в пределах Воронежской области ус-тановлены Кривоборская, Масальская, Токаревская депрессии и Шукавкинское поднятие [12]. В Криво-борском и Масальском прогибах девонские отложе-ния перекрыты неогеновыми и четвертичными пре-имущественно аллювиальными песчаными образо-ваниями. Карбонатный комплекс приурочен к сар-гаевскому и, частично, воронежскому горизонтам и представлен известняками раскристаллизованными, прослоями глинистыми. Воронежские и саргаевские отложения в разрезе разделены карбонатно-глинистыми, глинистыми и песчаными образова-ниями семилукского и петинского горизонтов [13]. Развитие известнякового карста здесь возможно в покрытых и перекрытых формах в поверхностном и глубинном вариантах. На остальной территории неоген-четвертичные отложения подстилаются пес-чано-глинистой толщей нижнего мела. Развитие карстовых форм возможно в перекрытом поверхно-стном варианте, а в зонах повышенной трещинова-тости над разломами в фундаменте имеются благо-приятные условия для образования глубинного кар-ста.

Важнейшие эпохи формирования карбонат-ного карста на территории Воронежской области тесно связаны с эпохами корообразования Воро-нежской антеклизы [14]. Наиболее значительными из них для мел-мергельного карста являются но-вейшая эпоха, охватывающая неоген и квартер и предпалеогеновая, а для известнякого – предмезо-зойская. Каждая из них неоднородна по внутренней структуре и характеризуется наличием более крат-ковременных периодов активизации карста, связан-ных с геоморфологическим циклами континенталь-ного развития территории и климатическими изме-нениями. Последние могут существенно влиять на ход карстового морфогенеза. В частности для пред-палеогеновой поверхности несогласия характерны формы тропического карста, специфика которого [2] заключается в преимущественном интенсивном раз-витии поверхностного выщелачивания с образова-нием крупных котловин при весьма ограниченном распространении глубинных и провальных образо-ваний, свойственных карсту влажного умеренного климата. Такие формы с размерами в плане, изме-ряющимися сотнями метров и первыми километра-ми установлены в кровле мела в области Острогож-ского и Калачского поднятий [5,8]. Известняковый карст предмезозойского этапа еще требует своего изучения.

Литологические особенности карстовых от-ложений территории Воронежской области характе-ризуются своей полигенетичностью [5]. Для мел-мергельного карста среди них можно выделить сле-дующие важнейшие разновидности: карстовый элю-вий, коллювиально-карстовые образования, хемо-генно-карстовые (травертины), карстово-озерные и болотные отложения. Их проявления отмечены в различных частях территории, но требуют дальней-шего изучения с позиций минерального и литологи-ческого в целом состава.

**Список литературы**

1. Щукин И.С. Общая геоморфология. Т.2. - М., 1964. -564 с.

2. Якуч Л. Морфогенез карстовых областей. Варианты эволюции карста. - М., 1979. - 388 с.

3. Дублянская Г.Н., Дублянский В.Н. Картографирова-ние, районирование и инженерно-геологическая оцен-ка закарстованных территорий. -Новосибирск, 1992. - 144 с.

4. Чикишев А.Г. Карст Русской равнины. - М., 1978. –190 с.

5. Михно В.Б. Меловые ландшафты Восточно-Евро-пейской равнины. -Воронеж, 1993. -232 с.

6. Михно В.Б. Карстово-меловые геосистемы Русской равнины. -Воронеж, 1990. -200 с.

7. Трегуб А.И., Старухин А.А., Баловина Г.И. Неотек-тоническая структура и карбонатный карст Воронежской, Липецкой и Тамбовской областей. Деп. ВИНИТИ 985-В-94. - Воронеж, 1994. - 12 с.

8. Красненков Р.В. Погребенный меловой карст юго-восточной части Среднерусской возвышенности: Ав-тореф. дис. ... канд. геол.- минерал. н. -Воронеж, 1970. - 20 с.

9. Экзогенные геодинамические процессы: оценка, про-гноз, мониторинг (на примере Воронежской области) // А.И.Трегуб, Б.В.Глушков, Н.А.Корабельников и др. -Воронеж, 1999. - 76 с.

10. Трегуб А.И. Неотектоническая структура и поля на-пряжений территории Воронежского кристаллическо-го массива // Вестн. Воронеж. ун-та. Геология. –2001. -№11. - С. 32-44. 11. Трегуб А.И. Блоки первого ранга в неотектонической структуре Воронежского массива // Общие вопросы тектоники. Тектоника России: Материалы XXXIII Тектонического совещ. - М., 2000. - С. 529-531.

12. Раскатов Г.И. Геоморфология и неотектоника терри-тории Воронежской антеклизы. - Воронеж, 1969. - 164 с.

13. Литология и фации донеогеновых отложений Воро-нежской антеклизы / А.Д.Савко, С.В.Мануковский, А.И.Мизин и др.: Тр. НИИ Геологии ВГУ. -Вып.3. - Воронеж, 2001. - 201 с.

14. Савко А.Д. Эпохи корообразования в истории Воро-нежской антеклизы. –Воронеж, 1979. – 120 с.