

расчеты геоморфологического потенциала рассеяния поллютантов, топоклиматология, аэрация городов в условиях сложного рельефа. Выделяются два комплекса задач, которые решаются с привлечением анализа поля ветра в городе и его обусловленности местными причинами. Это моделирование и прогноз распределения загрязнителей в приземном слое, а также ветровая комфортность городской среды для людей.

Н.В. Аникина в статье “Эволюция рельефа городской территории (на примере центра Москвы) предлагает изучать трансформацию городского рельефа, сравнивая разновременные топографические карты. На базовые временные срезы 1888 и 1984 гг. построены цифровые модели рельефа. Таким образом, проанализированы морфометрические характеристики, мощность техногенных отложений и речная сеть. В центре Москвы выявлены области аккумуляции и денудации и сделаны выводы о направлениях и темпах антропогенной трансформации рельефа города.

Научно-практическое направление разрабатывает в своем исследовании С.В. Шварев. В статье “Инженерно-организационные геоморфологические системы: моделирование, мониторинг и управление” он поднимает очень актуальную проблему минимизации последствий природных и техногенных катастроф путем разработки и внедрения разноуровневых динамических моделей природно-технических систем различных типов, включая антропогенные геоморфологические системы. Сформулированы принципы анализа и моделирования инженерно-организованных геоморфологических систем, приведены показательные случаи катастроф, когда применение подобных систем позволило бы предотвратить тяжкие последствия.

Палеогеографический блок представлен в сборнике статей Е.Ю. Новенко и И.С. Зюгановой “Изменения растительности и климата Ярославского Поволжья в микулинское межледниковье (новые данные палеоботанического изучения разреза “Черемошник”)”. Приводится подробная геоморфологическая характеристика модельной территории, и методом климатограмм реконструируется растительность и палеоклимат. Детально прослежен переходный период – между оледенением и межледниковьем, выявлен период потепления внутри холодной постоптимальной фазы межледниковья. Кроме того, показано, что в течение фазы ели на исследованной территории были широко распространены болота и заболоченные леса.

На грани дисциплин стоит необычное исследование А.А. Медведева и М.Е. Кладовщиковой. В статье “Мультимедийные технологии: звуковые представления рельефа” авторы обращаются к одному из перспективных направлений в геоинформатике – передаче характеристик земной поверхности с помощью звука. Гипсометрическая характеристика рельефа сопоставляется со звуковой волной, когда абсолютные отметки рельефа и расстояние между ними соответствует амплитуде и частоте звука. Авторы приводят оригинальную звуковую гипсометрическую шкалу и отмечают, что набор морфографических характеристик можно сопоставлять с рисунком музыкального произведения. Перспективы своей работы авторы видят в составлении музыкальных характеристик форм рельефа.

Статьи сборника отражают широкий спектр интересов ученых. Разработка классических для геоморфологии направлений соседствует с научно-прикладным, гуманитарным и пионерным междисциплинарным аспектами. Подобная комплексность очень важна для успешного развития геоморфологии.

© 2014 г. Ю.С. ЛЯХНИЦКИЙ*, Е.В. ТРОФИМОВА**, Д.И. КОРПЕЧКОВ***

ГОРЯЧИЙ КАРСТ¹

* *Всероссийский научно-исследовательский геологический ин-т им. А.П. Карпинского, Москва; vsegei@vsegei.sp.ru*

** *Ин-т географии РАН, Москва; geomorph@rinet.ru*

*** *Ин-т геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва; director@igem.ru*

В монографии В.А. Смирнова “Горячий карст: вулканогенные полости в карбонатных породах Урала” обобщен оригинальный фактический материал, собранный автором почти за десять лет при комплексном изучении пещер центральной части Пермского Предуралья. Это придает

¹ *Смирнов В.А. “Горячий карст”: вулканогенные полости в карбонатных породах Урала. Пермь: ООО “Типограф”, 2014. 354 с.*

особый вес его заключениям и выводам, отражающим роль термического разложения карбоната кальция в вулканических процессах формирования полостей в карбонатных породах. К сожалению, название монографии очень неудачно. Горячий карст – это гидротермокарст. Здесь же речь идет о формировании полостей при флюидолитовом процессе. Это предмет дискуссии, но причем здесь карст – не совсем понятно, т.к. это другой процесс.

В первой главе детально описываются объекты исследования и методика проведения работ, вторая – посвящена особенностям геологического строения района исследований. В третьей приводится обзор современного состояния науки о пещерах – спелеологии. Анализируются классические концепции образования пещер (экзокарст, гипокарст и гидротермокарст).

Как отмечает сам автор, глава 4 является, по сути, атласом текстур и структур исследуемых горных пород. В этой обстоятельной главе, самой большой по объему (276 стр. с таблицами, планами и разрезами пещер, а также с микрофотографиями шлифов и сферул), отражены результаты полевых и лабораторных исследований.

В главе 5 обосновывается альтернативная авторская гипотеза формирования пещер, в главе 6 анализируются морфологические особенности подземных полостей с позиций различных гипотез их формирования. Заклочительная седьмая глава посвящена примерам связи полостей в карбонатных породах с магматизмом.

Следует отметить, что работа В.А. Смирнова очень интересная и важная, но противоречивая. Автор разрабатывает тематику, которая, увы, еще является объектом жестких дискуссий, но без сомнения очень актуальная для понимания на современном уровне трансслевых векторных процессов и явлений, четкое определение и понимание которых в науке пока отсутствует. Ситуация усложняется еще и тем, что предмет дискуссии находится на стыке спелеологии, карстоведения, литологии, петрографии и рудничной геологии. К сожалению, геологи до сих пор плохо знают карст, а спелеологи – тонкости петрографии и учения о месторождениях полезных ископаемых.

Автор собрал уникальный материал, но не всегда учитывает, что в этой области есть проверенные временем, многочисленными наблюдениями специалистов положения. В результате он часто теряет твердую научную почву и оказывается в области своих, не всегда верных, догадок и гипотез. Многие основные положения карстоведения остались или незамеченными, или непонятыми, например, значительная роль гидродинамического фактора и многочисленные случаи наложения разных процессов во времени-пространстве.

Огромный уникальный материал собран автором по заполнителям пещер Урала. Проведенное исследование, без сомнения, – это большой, значимый вклад в магматическую петрологию, по сути, введение в сферу изучения нового эталонного флюидолитового объекта. Но, заполнители пещер состоят из очень разного материала: магматогенного туффизита, терригенного флюизита, флюидолита, карстогенного заполнителя с дневной поверхности из продуктов переработки магматического материала и т.д. В каждом отдельном случае может быть свой вариант. Возможны вполне и чисто туффизитовые явления – процесс образования туффизитовой полости и ее заполнения туффизитовым материалом.

Аналогично можно говорить и о магнитных шариках, но их происхождение до сих пор весьма дискуссионно. Например, в Ленинградской области они встречаются также в осадочных толщах и аллювии. Возможно, что это космогенный материал – капельки железистых метеоритов. А здесь, в уральских пещерах глобулы, действительно связанные с флюидолитами, но однозначно пока это не доказано.

По поводу природы пещерных глин. Глин этих великое множество. Часть из них, без сомнения, является флюидолитовыми либо продуктами их переработки, разложения и т.д. Есть глины аллохтонные, замкнутые инфильтрационные, образованные при переработке разнообразных перекрывающих карст пород. И все же большая часть глин имеет аутигенный генезис, связанный с самим карстовым процессом. Они образуются за счет нерастворимого осадка известняков, который перераспределяется и перемывается. Большинство пещерных глин имеет вполне четкую слоистость, переслаивается с супесями. Иногда слоистость видна действительно плохо, но это связано с очень медленным осадконакоплением в крупных отстойниках. Например, в Каповой пещере (Шульган-Таш, Южный Урал) нами был сделан палеомагнитный стратотип по столбику глины мощностью около 3 м. Была получена вполне осмысленная картина датировки отложений, которая подтверждается другими методами.

В целом, в пещерах преобладают глины карстового генезиса, осадочные, но есть и другие. В районе, где работал В.А. Смирнов, возможно, преобладают туффизитовые глины, что может быть результатом прорыва туффизитов в карстовые либо гидротермокарстовые полости. И тот факт, что глины в центре полостей образуют выпуклость, действительно может свидетельство-

вать о поступлении материала снизу. Вероятно, это флюидолитовый материал. Вариант, предложенный автором, что это продукт переработки туффизита, тоже вероятен. Видимо, для района исследований типично наложение флюидолитов на карст с использованием тех же структур, по которым развивался карст. Но надо разбираться с самими полостями. Какие они по генезису? Здесь прежде всего необходим анализ морфологии систем полостей. Если это карстовые системы, то вверх находятся вертикальные полости, а внизу – горизонтальные, если наоборот – это гидротермокарст. Необходимы морфологические критерии выделения туффизитовых тел (полостей), опирающиеся на условия их формирования.

Если интрузивный заполнитель изменяется до глин, то это достаточно интенсивный процесс, и он должен оставить существенные следы изменений, коррозии на стенках полости, а их, судя по описанию, нет.

Но более всего вызывает возражение подход к определению генезиса пещер. Почему-то автор не хочет считаться с огромным материалом по исследованию морфологии, микро- и мезоформ спелеорельефа. Он убежден, что все карстовые полости имеют фасетки. В действительности, огромное количество работ как в России, так и за рубежом описывает самые разные формы поверхностей карстовых полостей. Формы, естественно, связаны с генезисом. Есть коррозионные, эрозионные поверхности, есть формы, возникающие при напорном воздействии вод, при кавитации и т. д. И это проверенные на практике факты. В связи с этим выводы автора, что все гладкие поверхности не карстовые, совершенно не состоятельны.

Другое дело, как выглядят туффизитовые полости. Пока мы этого не знаем. То, что известно, больше похоже на расширенные, сложенные трещины или подобие небольших неков, но не зияющих полостей. Разрушение известняка высокотемпературным туффизитовым материалом по модели, предложенной автором, наверное, возможно, но это должно быть обосновано теоретически, модельно и на хорошо диагностированных примерах полостей. На наш взгляд, это очень важно и перспективно. Именно этого пока и не хватает для построения общей картины трансслоевых явлений. Пока мы хорошо знаем, что внедрение интрузий в известняк приводит к метаморфизму, образуются скарны, мрамора, а не полости, которые формируются при “работе” гидротерм при растворении.

Если критерии диагностики карста и гидротермокарста в целом ясны, то с флюидолитом дело обстоит хуже. Туффизит, согласно Геологическому словарю (1978), – это интрузивные туфы и туфобрекчии, слагающие жерловины, жилы, дайки, и образовавшиеся при внедрении (не взрывном) газа и раскаленных частиц лавы [1]. По Петрографическому словарю (1989) он образовался именно в результате взрыва лавы, богатой газами, а не взрыва газов (как диатремы) [2]. При этом он состоит из автокластических обломков вулканических и ранее застывших пород, а цемент представлен кальцитом, хлоритом, цеолитами и др. минералами. В вышедшем в 2012 г. Геологическом словаре трактуется, что туффизит образуется при внедрении подвижной двухфазной системы из газа и раскаленных частиц лавы [3]. Одна из его разновидностей – кимберлитовый туффизит. При повышении содержания чужеродных обломков породы относится к “ксенотуффизитам”. По наиболее обоснованной системной концепции флюидолит может быть магматогенным, горячим – туффизит – и более холодным, терригенным – флюизит. Таким образом, существуют несколько разные точки зрения, но главное – нет морфологического портрета туффизита только петрографический. И здесь надо коснуться морфологических особенностей систем карстовых полостей, которые, в первую очередь, обусловлены гидродинамикой карстовых процессов. В.А. Смирнов практически нигде не упоминает о гидродинамическом факторе, а ведь именно он отличает карст от гидротермокарста и гипогенного карста. Именно морфология некоторых из приведенных автором пещер (систем карстовых полостей) однозначно указывает на их карстовую природу.

Что же касается флюизитов, то до сих пор не всеми признан сам факт их существования, морфология их тел совершенно не ясна. Большинство исследователей склоняются к тому, что это извилистые, ветвящиеся трещины, расширенные и измененные при внедрении флюидального материала. Об образовании флюидолитовых полостей и их связи с карстом почти ничего не известно. Ясно, что это процесс, существенно отличный от карста и гидротермокарста. Возможен, в принципе, прорыв флюидолитов, особенно туффизитов, в карстовые полости. Может быть при этом образуются некоторые неслоистые глины, образующие выпуклые формы.

Работа очень ценна и тем, что в ней описываются действительно туффизитовые и флюидолитовые образования. Наиболее интересны, но и дискуссионны, положения об образовании флюидолитовых полостей. Внедрение раскаленного газово-лавого потока в известняк обычно кончается формированием интрузии. Все видели дайки, неки и другие гипабиссальные интрузии, при внедрении туффизита во вмещающую породу принципиально нового вроде ничего

не произойдет. Эффект “сжигания” известняка пока нигде практически не наблюдался, хотя, как рабочая гипотеза, она вполне может быть детально рассмотрена и смоделирована. Вполне возможно, что среди описанных полостей есть и флюидолитовые, но это надо доказывать на комплексе фактов, а не основываясь на отсутствии фасеток... Необходимо детально разбираться в каждом конкретном случае.

Возможно, флюидолитовые процессы могут “перешлетаться”, накладываться на карст, гидротермокарст и гипогенный карст. Необходимо помнить, что все это – разные явления и процессы, для каждого из которых свойственны: 1 – разные агрегатные состояния агентов (раствор, расплав, газово-жидкий “флюид” и т. д.); 2 – разные температуры (от холодных до очень горячих); 3 – разные гидродинамический, пневматический и другие режимы с разной направленностью (нисходящий для карста, восходящий для гипокарста (в т. ч. гидротермокарста, флюидолита). Разная гидродинамика и вообще “динамика” определяют формирование определенных систем полостей (в карсте – вертикальные полости вверх, горизонтальные – вниз, в гидротермокарсте – наоборот).

Нельзя описывать типичную по морфологии карстовую систему и говорить, что она туффизитовая. Можно предполагать, как туда попало вещество, похожее на туффизит или флюизит. Нельзя все полости, где нет эрозионных лунок, записывать в туффизит, гладкие поверхности типичны для фреатических полостей в классическом карсте. Есть масса других карстовых микроформ. Это доказано столетиями работы карстоведов и спелеологов.

В целом, работа В.А. Смирнова большая, нужная, но не всегда последовательная и справедливая по отношению к карсту. Отрицать роль карста нельзя, надо искать объяснение новых явлений, в чем-то близких карсту, но имеющих существенную специфику. Необходимо определить критерии (в том числе и морфологические) флюидолитовых геологических тел, а не только их минералого-петрографические признаки. Будем надеяться, что на этом пути В.А. Смирнов добьется новых интересных результатов, продвинет вперед процесс познания флюидолитовой проблемы без ущерба для карстоведения, а с его дальнейшим развитием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геологический словарь. М.: Недра, 1978. Т. 2. 447 с.
2. Малишевская А., Рыка В. Петрографический словарь. М.: Недра, 1989. 590 с.
3. Геологический словарь. СПб.: ВСЕГЕИ, 2012. Т. 3. 440 с.

Поступила в редакцию 10.02.2014