

В. И. МУРАВЬЕВ

## О ПРИРОДЕ ГЛОБУЛЯРНОГО ОПАЛА В ОПОКАХ И ТРЕПЕЛАХ

(Представлено академиком Ф. В. Чухровым 5 VIII 1974)

Исследования платформенных силицитов (опоки, трепелы) позволили установить в их составе специфические глобулярные формы аморфного кремнезема, часто являющегося главной порообразующей массой этих пород. Размер таких частиц колеблется от 1 до 10—15 мкм, однако в пределах одного образца локализуется в значительно более узких пределах. Незначительные размеры опаловых глобул, выражающиеся первыми микронами, а следовательно соизмеримые с разрешающей способностью оптических микроскопов, ограничивали возможности их изучения. Применение электронной микроскопии и метода реплик позволили выявить детали строения силицитов и взаимоотношения отдельных слагающих их элементов. Различные виды бугорковых поверхностей, выделенные И. В. Хворовой и А. Л. Дмитриком<sup>(6)</sup>, несомненно отражают участие глобулярных частиц в сложении структурного плана опок, а сами структуры (опок) получили название глобулярных (там же). Использование сканирующего электронного микроскопа дало возможность установить детали строения самих глобулярных частиц, их распределение по размерам и взаимоотношения с другими элементами породы.

Изучение значительного числа образцов опок и трепелов Русской платформы из широкого стратиграфического интервала — от сеномана до эоцена включительно — позволило выявить ряд специфических черт, объединяющих тип слагающих их опаловых глобул. Наряду с шаровидными тельцами опала в опоках и трепелах отчетливо видны кристаллики цеолитов, а также сплошные или мелкочешуйчатые массы монтмориллонита. Доля цеолитов несколько выше в опоках, но и в трепелах удается наблюдать как отдельные кристаллы, так и агрегаты их, присутствующие в виде самостоятельной фазы. Детали строения и взаимоотношения этих элементов пород можно наблюдать на приводимых снимках (рис. 1).

При детальном исследовании морфологии опаловых глобул обнаруживается важная особенность их строения, характерная для всех изученных нами образцов. Поверхность шариков никогда не бывает гладкой. Каждый шарик опала снаружи обрастает сплошной системой ребристых образований, естественно увеличивающих удельную поверхность трепелов и опок. Относительные размеры ребристой оторочки глобулярных частиц могут быть различны в разных образцах, но присутствие ее является обязательной чертой их строения. В тех случаях, когда одна из глобулярных частиц оказывается рассеченной трещинкой синерезиса, удается наблюдать не только ее поверхность, но и характер ее внутреннего строения. В углублении трещины (рис. 1Б) видно, что внутренняя масса опала достаточно однородна. Таким образом, только морфологическое изучение глобулярного опала позволяет выявить две фазы, одна из которых (гомогенная) слагает внутреннюю зону, а другая (ребристая) — внешнюю зону глобул. Наряду с этим дифрактометрическое исследование фракций трепелов и опок, сложенных преимущественно глобулярными частицами, обнаруживает обязательное присутствие в них низкотемпературного кристоба-

лита. Присутствие кристобалита отмечено во всех изученных образцах опок (<sup>1</sup>, <sup>2</sup>) и трепелов (<sup>4</sup>). Однако дифрактометрические данные, хотя и позволяют устанавливать минеральную фазу кристобалита в рассматриваемых породах, тем не менее не дают еще возможности обнаружить локализацию кристобалита в структуре пород. Обнаружение внутреннего гомогенного ядра в опаловых глобулах и внешней ребристой оторочки позволило предположить, что кристобалит сосредоточен именно в периферической зоне глобул, слагая пластинчатые или ребристые формы нарастания (рис. 1 см. вкл. к стр. 690).

Для установления минеральной природы различных зон опаловых зерен была предпринята попытка селективного растворения только поверхностной зоны глобулярных частиц. Для этой цели была выбрана фракция 5–10 мкм, выделенная из трепела Могилев-Подольского месторождения. Эта фракция доступна для оптического изучения, что позволяло осуществлять микроскопический контроль за чистотой пробы. Микроскопическое исследование показало, что выбранная фракция состоит на 95% из глобулярных частиц опала с добавкой (около 5%) цеолитов и кремнисто-глинистых агрегатов. Кроме того, в этой фракции были встречены единичные зерна кварца и слюд.

Применение 5% раствора NaOH с подогревом до 90° в течение 5 мин. позволило разрушить в основном лишь внешнюю ребристую оболочку шаровидных частиц. Электронно-микроскопическое изучение образца, прошедшего обработку NaOH, показало, что сохранившиеся глобулярные частицы имеют меньшие размеры (3–5 мкм). Одновременно с уменьшением размера шаровидных зерен поверхность их приобрела несколько размытые очертания без четких ребристых оторочек. Сравнение дифрактограмм исходного образца и образца, прошедшего обработку раствором NaOH, показывает резкое уменьшение интенсивности пика кристобалита (4,07 Å). Кроме того, уменьшенный по интенсивности пик кристобалита обозначился на фоне заметного гало в области  $\theta$  8–16°, что соответствует возрастной относительной роли рентгеноаморфного опала в образце в целом.

Относительно меньшая растворимость кристобалита по сравнению с опалом в растворах щелочей как бы компенсировалась в данном варианте опыта тем, что кристобалит сосредоточен в периферической зоне зерен и первым вступает в реакцию. Проведенные исследования показывают, что главная масса кристобалита концентрируется во внешнем слое глобулярных зерен, слагая их ребристую оторочку.

В изученных породах опалово-кристобалитовые глобулы соседствуют с неизмененными биогенными фрагментами (спикулы) и с халцедоном. Более того, в сеноманских отложениях Приднестровья часто можно наблюдать замещенные халцедоном спикулы губок, вмонтированные в трепел. Меньшая консервативность спикул связана, по-видимому, с тем, что опал спикул более многоводен — он содержит до 20% H<sub>2</sub>O. Глобулярный опал трепелов имеет в своем составе до 5% H<sub>2</sub>O.

Описанные взаимоотношения генетически различных кремневых фрагментов в трепелах, наряду с особенностями глобулярного опала, идентичными в различных по возрасту породах, позволяют сделать вывод о весьма высокой устойчивости относительно маловодного опала и о способности его сохраняться в породах в течение достаточно длительного геологического времени. При этом кристобалитовые оторочки опаловых зерен, по-видимому, почти синхронны с ними по образованию, и они возникают на самых ранних этапах жизни пород, скорее всего в процессе диагенеза (литификации) абиогенных силицитов. По мнению Р. И. Фербриджа (<sup>5</sup>), процесс литификации первично гелевых кремневых пород охватывает период около 100 000 лет. Выводу о первично гелевой природе глобулярного опала трепелов и опок не противоречат особенности их формы, на что обращал внимание Л. В. Пустовалов (<sup>3</sup>). Можно предположить, что

глобулярные частицы кремневого геля участвовали в процессе седиментации. Малый размер их мог лишь способствовать относительно быстрому обезвоживанию до состояния твердой опаловой частицы, оказывающейся весьма устойчивой к процессам постседиментационной раскristаллизации.

Геологический институт  
Академии наук СССР  
Москва

Поступило  
5 VIII 1974

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> В. И. Гречин, Литол. и полезн. ископ., № 4, 117 (1971). <sup>2</sup> В. И. Муравьев, Литол. и полезн. ископ., № 4, 94 (1973). <sup>3</sup> Л. В. Пустовалов, Петрография осадочных пород, ч. II, М., 1940. <sup>4</sup> Ю. М. Сеньковский, Силіцити крейди південно-західного схилу східноєвропейської платформи, Київ, 1973. <sup>5</sup> Р. И. Фербридж, Диагенез и катагенез осадочных образований, М., 1971, стр. 27. <sup>6</sup> И. В. Хворова, А. Л. Дмитрик, Микроструктуры кремнистых пород, Тр. ГИН АН СССР, в. 246 (1970).