15. Къ вопросу о микростркутурѣ оолитовыхъ известняковъ.

Е. К. Миткевича. Волчасскаго.

(доложено 4 мая 1915 г.).

Изслѣдуя петрографическій матеріалъ, собранный мною въ 1914 году при геологическихъ изслѣдованіяхъ въ Средне-Витимской горной странѣ, я встрѣтилъ среди образцовъ известняковъ экземпляры, въ которыхъ можно было наблюдать подъ микроскопомъ хорошо сохранившееся оолитовое сложеніе, лишь отчасти замаскированное послѣдующей перекристаллизаціей. Значительный интересъ, представляемый находкой оолитовыхъ образованій среди метаморфическихъ породъ Витимскаго плоскогорья побудилъ меня ознакомиться болѣе подробно съ оолитовымъ строеніемъ на матеріалѣ, гдѣ первичная структура не была бы затушевана вторичными измѣненіями. Въ этомъ отношеніи ко мнѣ на помощь любезно пришелъ И. М. Губкинъ, передавъ мнѣ для изслѣдованія два образца оолитоваго известняка изъ третичныхъ отложеній Анапскаго района, за что приношу ему свою глубокую благодарность. Весьма признателенъ также Августу Эрнестовичу Купфферу за переданные мнѣ по моей просьбѣ образцы гороховаго камня изъ Карлсбадскаго шпруделя.

Наиболѣе отчетливо оолитовая структура проявляется въ новѣйшихъ отложеніяхъ не затронутыхъ метаморфизмомъ, и поэтому анапскіе оолитовые известняки оказываются весьма благодарнымъ матеріаломъ для изученія всѣхъ деталей оолитоваго сложенія. Метаморфизмъ, вызывая перекристаллизацію известняковъ, постепенно сглаживаетъ различіе между оолитами и связывающимъ ихъ цементомъ и прежде всего уничтожаетъ особенности внутренняго строенія оолитовыхъ зеренъ; поэтому въ известнякахъ Витимскаго района оолитовая структура могла быть обнаружена лишь подъ микроскопомъ, макроскопически же порода является совершенно однороднымъ сѣрымъ тонкозернистымъ известнякомъ.

Ниже мы разсмотримъ еще одинъ типъ оолитовыхъ образованій изъ нижняго раковиннаго известняка Тюрингіи, очень подробно и интересно описанный W. Frantzen'омъ. [1]) Онъ является какъ бы промежуточнымъ между анапскими и витимскими оолитами не только по возрасту, но и по особенностямъ своей микроструктуры.

Если сопоставить всѣ три упомянутые примѣра оолитовыхъ отложеній, то совокупность признаковъ, характерныхъ для оолитовъ, будетъ постепенно убывать по мѣрѣ того, какъ мы будемъ переходить отъ породъ новыхъ къ болѣе древнимъ. Конечно, главную роль въ этомъ случаѣ играетъ не столько возрастъ породъ, сколько степень ихъ метаморфизаціи иногда и независимой отъ возраста. Однако слѣдуетъ отмѣтить, что породы древнія подверглась вообще болѣе продолжительному воздѣйствію метаморфизующихъ агентовъ, понимая подъ этимъ явленія какъ діагенезиса, такъ и регіональнаго метаморфизма, и поэтому первичная оолитовая структура обычно сохраняется въ нихъ въ гораздо меньшей степени, чѣмъ въ породахъ новыхъ.

Я не буду здѣсь касаться обзора всѣхъ довольно обширныхъ литературныхъ данныхъ по вопросу объ образованіи и микроструктурѣ оолитовъ [2]) и поставлю себѣ задачей лишь сравнить оолиты изъ имѣющагося у меня матеріала какъ между собою, такъ и съ нѣкоторыми описаніями оолитовъ, приведенными въ литературѣ, и указать на ихъ примѣрѣ на наиболѣе существенныя черты строенія оолитовъ и совокупность тѣхъ признаковъ, которыми характеризуются собственно оолитовыя образованія.

---

[1]) W. Frantzen. Untersuchungen über die Gliederung des unteren Muschelkalks in einem Theile von Thüringen u. s. w. Jahrb. der kön. Preuss. Geolog. Landesanst. 1887.

[2]) Объ этомъ см. Linck. Die Bildung der Oolithe und Rogensteine. Neues Jahrb. f. Min. Geolg. u. Petr. XVI. B.-B. 1903.

Описаніе оолитовъ, къ которому я теперь перехожу, начну съ анапскихъ известняковъ, какъ наиболѣе типичныхъ.

Оба образца принадлежатъ известняку изъ чокракскихъ слоевъ и макроскопически почти тождественны между собою, представляя скопленіе мелкихъ шарообразныхъ и эллипсоидальныхъ зернышекъ и многочисленныхъ обломковъ раковинокъ Foraminifera, Lamellibranchiata и Gastropoda, связанныхъ плотнымъ мергелистымъ цементомъ. Уже при разсматриваніи зернышекъ въ лупу хорошо замѣтно, особенно въ изломѣ, ихъ концентрически-скорлуповатое сложеніе, совершенно сходное съ строеніемъ пизолитовъ изъ Карлсбадскаго шпруделя. Подобно послѣднимъ и въ нашихъ оолитахъ верхніе слои болѣе плотны и образуютъ корку концентрическаго строенія съ твердостью 3,5—4; внутренняя же часть состоитъ изъ весьма тонкихъ налегающихъ другъ на друга и легко отдѣляющихся листочковъ.

Очень часто при разламываніи оолита эта внутренняя часть легко отстаетъ отъ внѣшней корки и выпадаетъ.

Если проводить остріемъ ножа или иглы по поверхности твердаго слоя, то оказывается, что царапина нисколько не разрушаетъ его, тогда какъ внутренняя часть мягка подобно мѣлу и настолько нѣжна, что разслаивается уже при легкомъ сдавливаніи между пальцами. Поэтому среди обломковъ оолитовъ на поверхностяхъ излома известняка мы обыкновенно наблюдаемъ лишь периферическія скорлупки.

Подъ микроскопомъ картина внутренняго строенія оолитовъ выступаетъ гораздо рѣзче и опредѣленнѣе.

Въ первомъ изъ препаратовъ оолиты желтовато-бураго цвѣта, размѣромъ 0, 7—1 мм. въ поперечникѣ, распредѣлены въ темносѣромъ мало прозрачномъ цементѣ, въ которомъ разсѣяно очень много мелкихъ обломковъ известковыхъ раковинокъ фораминиферъ и моллюсковъ въ видѣ дугообразно изогнутыхъ пластинокъ, зернышекъ, завитковъ и пр.

Второй препаратъ нѣсколько отличается отъ перваго тѣмъ, что оолиты его имѣютъ вообще меньшіе размѣры и связаны тонкозернистымъ кальцитовымъ цементомъ, почти безцвѣтнымъ и съ характерной аггрегаціонной поляризаціей.

Концентрическая структура достаточно ясна, но далеко не такъ отчетлива, какъ въ первомъ шлифѣ.

Среди ядеръ преобладаютъ кварцевыя и кальцитовыя зернышки, обломки же раковинокъ встрѣчаются рѣже.

Каждый изъ оолитовъ подъ микроскопомъ рѣзко распадается на внутреннее ядро и окружающую его оболочку, состоящую изъ весьма тонкихъ концентрическихъ колецъ различной окраски, начиная отъ темнобурой, почти черной, и кончая свѣтлобурой или желтоватой. Даже при сильномъ увеличеніи не замѣтно никакого опредѣленнаго строенія въ предѣлахъ одного и того же слоя, и въ скрещенныхъ николяхъ наблюдается лишь аггрегаціонная поляризація. Соотвѣтственно тому, что было сказано выше о различіи между периферической частью оолита и его внутренней, непосредственно облекающей ядро, подъ микроскопомъ также замѣчается различіе въ ихъ окраскѣ и сложеніи, а именно: периферія всегда болѣе густо окрашена и составлена изъ очень явственныхъ колецъ; внутренняя же часть свѣтлѣе и компактнѣе.

Ядра оолитовъ имѣютъ самую разнообразную природу, форму и величину. Иногда ядро занимаетъ значительную часть зерна, и собственно оолитовое вещество составляетъ лишь тонкую обволакивающую корку. Въ другихъ же случаяхъ размѣры ядеръ становятся весьма ничтожными, такъ что концентрически-скорлуповатое строеніе начинается почти отъ самаго центра.

Ядрами служатъ мелкія зернышки кварца, затѣмъ весьма часто обломки раковинъ, по большей части состоящія изъ безцвѣтнаго ярко поляризирующаго аггрегата кальцита, мелкія раковинки фораминиферъ (Crystellaria), спикули губокъ и пр. Нерѣдко ядро бываетъ составлено изъ нѣсколькихъ мелкихъ обломковъ, а иногда даже изъ двухъ или трехъ маленькихъ оолитовыхъ зеренъ (сложные оолиты).

Во всѣхъ случаяхъ весьма характерной особенностью оолитовыхъ образованій является полное соотвѣтствіе между ихъ внѣшними очертаніями и формой внутренняго ядра. Если ядро представляетъ собою округленное зернышко, то оолитъ принимаетъ шарообразную форму, которая вообще есть идеальная форма всякаго оолита. Послѣдній приближается по формѣ къ шару тѣмъ болѣе, чѣмъ долѣе происходило наростаніе скорлупокъ и увеличеніе его объема, хотя бы первоначальная форма его и значительно отступала отъ шаровой.

Если ядро имѣетъ удлиненную или серпообразную форму, то оолитъ образуетъ соотвѣтственно вытянутый эллипсоидъ, при чемъ наслоеніе скорлупокъ вполнѣ слѣдуетъ контурамъ ядра[1]).

Судя по разрѣзамъ оолитовъ надо отмѣтить, что

---

[1]) F. Zirkel предложилъ для такихъ удлиненныхъ формъ названіе Axiolithe.

процессъ отложенія идетъ, повидимому, интенсивнѣе на вогнутыхъ частяхъ поверхности ядеръ и, такимъ образомъ, черезъ нѣкоторое время оолитъ непремѣнно принимаетъ форму сфероида—ооида, по выраженію Е. Кальковскаго [1]), при чемъ центръ кривизны любой части поверхности зерна находится внутри него.

Первое, что бросается въ глаза при разсматриваніи оолитовъ въ параллельномъ поляризованномъ свѣтѣ при скрещенныхъ николяхъ, это своеобразныя интерференціонныя явленія, выражающіяся либо въ появленіи чернаго креста съ вѣтвями болѣе или менѣе параллельными главнымъ сѣченіямъ анализатора и поляризатора, либо въ видѣ темныхъ пятенъ, расположеніе которыхъ, какъ увидимъ ниже, также всецѣло зависитъ отъ положенія главныхъ сѣченій николей. Направленія погасанія, какъ это можно подмѣтить, почти всегда нормальны къ периферіи оолита. При вращеніи препарата на столикѣ микроскопа вѣтви интерференціонной фигуры сохраняютъ свою опредѣленную оріентировку по отношенію къ главнымъ сѣченіямъ николей, но видъ фигуры, особенно при эллипсоидальной или неправильной формѣ оолита, вообще рѣзко измѣняется.

Лишь въ томъ случаѣ, когда разрѣзъ оолита близокъ къ кругу, получается болѣе или менѣе неподвижный крестъ.

Въ виду значительнаго интереса этого вопроса для выясненія внутренняго строенія оолитовъ я позволю себѣ остановиться на немъ нѣсколько подробнѣе.

На эти явленія обратилъ вниманіе еще въ 1879 г. H. Cl. Sorby [2]), изслѣдовавшій Карлсбадскіе пизолиты и объяснившій упомянутыя выше интерференціонныя фигуры особой оріентировкой элементарныхъ арагонитовыхъ призмочекъ, слагающихъ концентрическія скорлупки. Онъ различаетъ три рода оолитовой структуры: 1) концентрически-скорлуповатую, въ которой радіальное сложеніе отсутствуетъ, 2) радіально-лучистую и 3) перекристаллизованную (recrystallized), которая, въ сущности представляетъ лишь вторичное видоизмѣненіе двухъ первыхъ основныхъ типовъ.

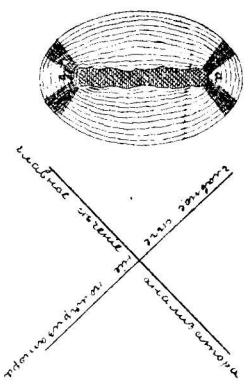
Изслѣдуя оптическій характеръ элементарныхъ призмочекъ, Sorby приходитъ къ выводу, что при концентрически-скорлуповатой структурѣ эти призмочки, принимаемыя имъ за арагонитъ, расположены тангенціально, и острая биссектриса, являющаяся въ тоже время кристаллографической осью *c* [001], направлена по касательной къ периферіи скорлупокъ.

Во второмъ типѣ элементарныя призмочки располагаются радіально и ось оптическаго эллипсоида Np совпадаетъ съ нормалью къ поверхности скорлупокъ.

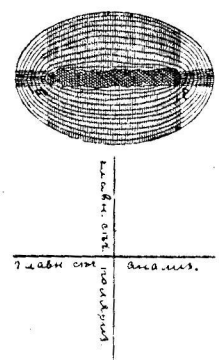
Какъ видно изъ сказаннаго, въ обоихъ случаяхъ нормалью къ поверхностямъ отдѣльныхъ слоевъ являются оси оптическаго эллипсоида и поэтому понятно, что одновременно погасающія призмочки должны составить крестъ съ вѣтвями, направленными параллельно главнымъ сѣченіямъ николей и нормально къ поверхности оолита.

Строго говоря, погасаніе по нормали происходитъ лишь въ предѣлахъ каждаго отдѣльнаго слоя, общая же фигура интерференціи представляетъ совокупность такихъ элементарныхъ погасаній.

Такую фигуру можно построить теоретически, а именно проводя нормали или, что то же, касательныя къ периферіи отдѣльныхъ скорлупокъ параллельно главнымъ сѣченіямъ николей, и соединяя затѣмъ линіями полученныя точки касанія. Слѣдовательно можно признать за правило, что интерференціонная фигура есть геометрическое мѣсто найденныхъ такимъ способомъ точекъ.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Пусть напр. дано эллипсоидальное зерно оолита (фиг. 1). Произведя построеніе по указанному правилу, получимъ интерференціонную фигуру въ видѣ двухъ половинокъ креста, очень напоминающихъ интерференціонныя гиперболы двуосныхъ минераловъ. Всѣ элементы, расположенные вдоль длинной оси оолита, равно какъ и близкіе къ направленію короткой оси, погасать не будутъ, такъ какъ ихъ оптическія оси, по нашему представленію, занимаютъ косое положеніе по отношенію къ главнымъ сѣченіямъ николей.

При вращеніи николей (препарата) эти „гиперболы“ будутъ вращаться вокругъ точекъ *a* и *b*, и когда длинная ось оолита станетъ параллельной одно-

[1]) Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesell. 1908. 68.

[2]) H. Cl. Sorby. Anniversary adress of the President. Quart. Fourn. of the geol. Soc. of London 1879 v. XXXVp. 74.

му изъ главныхъ сѣченій николей, интерференціонная фигура представится въ видѣ затемненной средней части зерна и двухъ узкихъ черныхъ полосокъ на концахъ длинной оси (фиг. 2).

Такую картину мы какъ разъ и наблюдаемъ въ нашихъ оолитахъ. Если ядро занимаетъ значительную часть оолита, то интерференціонная фигура выразится въ видѣ четырехъ короткихъ темныхъ полосокъ, которыя каждый разъ легко найти по данной формѣ зерна простымъ построеніемъ. Иногда крестъ получается косой; это явленіе объясняется тѣмъ, что скорлупки наслоены далеко не всегда равномѣрно, да и самая форма оолита рѣдко бываетъ вполнѣ правильной. Слѣдуетъ отмѣтить, что въ послѣднемъ случаѣ при вращеніи препарата по большей части всегда можно дважды найти такое положеніе, когда вѣтви креста станутъ взаимно перпендикулярными.

Отчетливость и правильность фигуръ интерференціи, конечно, всецѣло зависитъ отъ правильности и сохранности первичной структуры оолита, и при началѣ перекристаллизаціи фигура обыкновенно дѣлается весьма расплывчатой и наконецъ можетъ совершенно исчезнуть, замѣняясь аггрегаціонной поляризаціей.

Rosenbusch [1]) указываетъ, что интерференціонныя явленія въ параллельномъ свѣтѣ, совершенно сходныя съ явленіями, обычно наблюдаемыми въ сходящемся свѣтѣ, свойственны двумъ типамъ аггрегатовъ — сферолитамъ и сферокристалламъ. Къ сферолитамъ Rosenbusch относитъ сфероаггрегаты, состоящіе изъ аморфнаго вещества, двойное лучепреломленіе и интерференціонныя фигуры котораго вызываются внутреннимъ молекулярнымъ напряженіемъ вслѣдствіе напряженія обусловливаемаго концентрически-скорлуповатой структурой, причемъ направленіе наибольшей оптической упругости располагается радіально, соотвѣтственно чему оптическій характеръ радіальныхъ элементовъ будетъ отрицательнымъ [2]). Такъ какъ упругость отъ периферіи къ центру возрастаетъ, то кромѣ креста могутъ появиться изохроматическія кривыя.

Въ сферокристаллахъ эти же явленія обусловлены радіально-лучистымъ расположеніемъ мельчайшихъ кристалликовъ, которые уже сами по себѣ обладаютъ двойнымъ лучепреломленіемъ. Вопросъ этотъ былъ изученъ и разъясненъ M. Websky'мъ, Mallard'омъ, Bertrand'омъ и F. Fouqué. [3])

Оказывается, есть возможность различать подъ микроскопомъ эти два рода сфероаггрегатовъ, а именно въ сферолитахъ фигуры интерференціи наиболѣе рѣзко видны, когда препаратъ находится точно въ фокусѣ микроскопа, въ сферокристаллахъ же для того, чтобы увидѣть кольца и крестъ, надо привести въ фокусъ не поверхность шлифа, а нѣкоторую плоскость, лежащую выше или ниже этой поверхности въ зависимости отъ того, съ какой стороны шлифа находится центръ сферокристалла т. е. соотвѣтственно выше или ниже.

Изслѣдуя изохроматическія кривыя, можно говорить по аналогіи объ оптическомъ знакѣ всего сферокристалла или сферолита, при чемъ изслѣдованія Michel-Lévy [1]) показываютъ, что общій знакъ сфероаггрегата будетъ противоположенъ знаку отдѣльныхъ радіальныхъ элементовъ.

Что касается нашихъ оолитовъ, то вслѣдствіе густой окраски наблюдать изохроматическія кривыя не удается, да и самый крестъ нерѣдко весьма расплывчатъ, и потому непосредственное рѣшеніе вопроса о характерѣ ихъ внутренняго сложенія изложеннымъ методомъ невозможно. Принимая для оолитовъ концентрически-скорлуповатую и радіально-лучистую структуру, мы по терминологіи Rosenbusch'а, должны отнести оолиты къ сферокристалламъ.

Если мы обратимся теперь послѣ всего сказаннаго выше къ витимскимъ оолитамъ, то должны будемъ констатировать, что въ нихъ совершенно не наблюдается той характерной структуры, какую мы видѣли въ чокракскихъ оолитахъ. Прежде всего эти известняки макроскопически представляютъ равномѣрно тонкозернистую породу, въ которой простымъ глазомъ совершенно незамѣтна какая-либо особенная структура. Подъ микроскопомъ въ тонко-зернистой массѣ препарата очень явственно выступаютъ округленные участки, у которыхъ периферія всегда густо окрашена въ темносѣрый цвѣтъ, центральная же часть почти безцвѣтна. Иногда сѣрый пигментъ распредѣляется такимъ образомъ, что получается рядъ чередующихся свѣтлыхъ и темныхъ концентрическихъ слоевъ. Никакого концентрическаго расположенія зеренъ кальцита не замѣтно; какъ самые оолиты, такъ и связывающій ихъ цементъ почти однородны. Периферія оолита, однако, всегда болѣе тонкозерниста, чѣмъ центральная часть его. Поляризація типично аггрегаціонная, поэтому никакихъ оптическихъ явленій, свойственныхъ чокракскимъ оолитамъ, не обнаруживается.

Во многихъ случаяхъ оолиты подъ вліяніемъ

[1]) Rosenbusch. Physiogr. B. I. H. I. 4 Auflage.
[2]) Rosenbusch. ibid. стр. 395.
[3]) Литературу см. Rosenbusch ibid. стр. 398.

[1]) Michel-Lévy. Comptes Rendus 94. 1882.

перекристализаціи и увеличенія въ связи съ этимъ крупности зеренъ кальцита, какъ бы разъѣдаются и сливаются съ общей массой, и лишь остатки пигмента позволяютъ приблизительно судить о формѣ прежняго оолита.

Ядра которыя, вообще, такъ типичны для оолитовъ, здѣсь совершенно отсутствуютъ. Это обстоятельство можетъ быть объяснено тѣмъ, что ядра первоначально состояли изъ кальцита или арагонита; понятно, что при перекристаллизаціи они слились съ оболочкой, ихъ окружавшей. Нѣкоторое подтвержденіе такого взгляда можно видѣть, пожалуй, въ различной окраскѣ и неодинаковой крупности зерна периферической и центральной части оолита. Linck, [1]) между прочимъ, указываетъ, что ядра наблюдаются, главнымъ образомъ, въ тѣхъ оолитахъ, которые пріурочлены къ литоральной зонѣ морей, гдѣ интенсивное движеніе воды постоянно поддерживаетъ во взвѣшенномъ состояніи обломочный матеріалъ изъ раковинокъ, песчинокъ и т. п. Въ открытомъ же морѣ или въ спокойныхъ бассейнахъ оолиты часто образуются почти безъ ядеръ или же ядрами служатъ отдѣльные кристаллики арагонита, мелкіе обломки водорослей, яйца насѣкомыхъ и даже пузырьки газа. Такимъ образомъ на присутствіе или отсутствіе замѣтныхъ ядеръ въ перекристаллизованныхъ оолитахъ могутъ вліять и внѣшнія физическія условія образованія послѣднихъ. Несмотря на отсутствіе концентрической структуры и ядеръ мы должны признать описываемыя округленныя включенія въ известнякѣ настоящими оолитами, а не такъ наз. псевдооолитами т. е. окатаннымъ обломочнымъ известняковымъ матеріаломъ. 2)

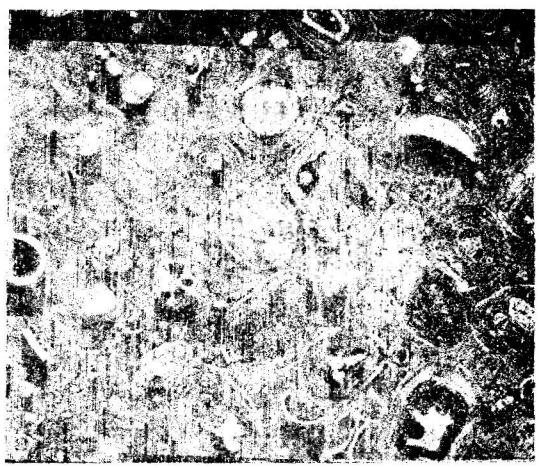
Темная периферія могла бы, конечно, появиться и при послѣднемъ допущеніи, какъ результатъ метазоматическаго замѣщенія кальцита окислами желѣза и марганца. Но чередованіе темныхъ и свѣтлыхъ колецъ говоритъ скорѣе за то, что темный пигментъ, по всей вѣроятности глинистаго характера, осаждался вмѣстѣ съ карбонатомъ кальція и что наростаніе вещества происходило концентрическими слоями до извѣстной степени періодически.

Наиболѣе же характернымъ признакомъ оолитовой природы описываемыхъ образованій служитъ явленіе сложныхъ оолитовъ. Въ послѣднихъ мы имѣемъ примѣръ оолитовъ съ удѣлѣвшими ядрами [1]).

Благодаря темной окраскѣ периферіи эти оолиты-ядра сохраняются и отчетливо выдѣляются внутри такого сложнаго стяженія, несмотря на перекристаллизацію.

Очень интересно сопоставить со всѣмъ сказаннымъ выше описаніе оолитовъ изъ раковиннаго известняка Тюрингіи, приведенное W. Frantzen'омъ, у которыхъ есть много общихъ чертъ съ чокракскими и витимскими породами.

Отчетливая концентрически-скорлуповатая структура здѣсь встрѣчается сравнительно рѣдко, главнымъ образомъ въ верхнемъ отдѣлѣ раковиннаго известняка. Нижній же отдѣлъ послѣдняго заключаетъ оолиты, состоящіе изъ тонкозернистаго аггрегата кальцита. Периферія оолитовъ всегда темнѣе центральной части; нерѣдко наблюдается и чередованіе свѣтлыхъ и темныхъ колецъ. Особенностью оолитовъ раковиннаго известняка является, несмотря на перекристаллизацію, сохранность ядеръ, среди которыхъ преобладаютъ обломки известковыхъ раковинокъ фораминиферъ. Очень часты продолговатые разрѣзы Cornuspira. Иногда попадаются и сложные оолиты (см. Frantzen. табл. I фиг. 3).



Фиг. 3.

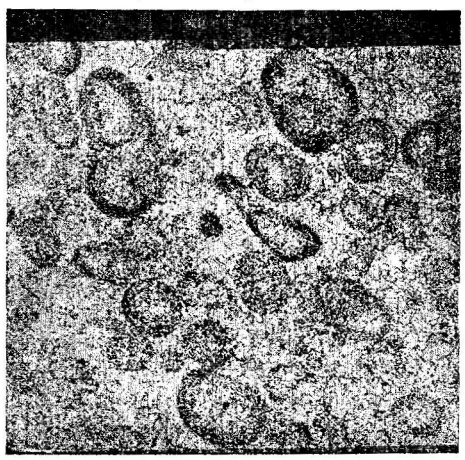
[1]) Linck. Die Bildung der Oolithe und Rogensteine. Neues Jahrb. f. Min. Geol. и Petr. 1903. XVI. Beil.-B.

[2]) Такой вопросъ можетъ возникнуть, такъ какъ въ той же мощной известняковой толщѣ, гдѣ мною найдены оолитовыя образованія, имѣются слои, представляющіе несомнѣнно агломератовое накопленіе окатаннаго и угловатаго известняковаго матеріала и очень напоминающіе конгломераты.

Въ Уральскомъ пермокарбонѣ (напр. въ Кунгурской ледяной пещерѣ) сильно метаморфизованные оолиты даютъ себя знать по остаткамъ концентрическихъ слоевъ пигмента. *Прим. Ред.*

[1]) Очень интересный примѣръ такого сложнаго, несомнѣнно оолитоваго, образованія приведенъ у А. П. Герасимова. Геологическая карта Ленскаго золотоноснаго района. Листъ I—6/7. На рис. 4 табл. II отчетливо видны концентрическая структура и двойное ядро. Описаніе см. стр. 32 и 81.

Frantzen очень подробно останавливается на описываемыхъ имъ оолитахъ и указываетъ, что въ нихъ слѣдуетъ видѣть настоящіе оолиты т. е. конкреціи карбоната кальція, образовавшіяся путемъ концентрическаго отложенія послѣдняго вокругъ обломковъ раковинъ, послужившихъ ядрами. Разнообразіе формы оолитовъ, подобно тому, какъ это наблюдалось и въ нашихъ образцахъ, онъ ставитъ въ зависимость отъ формы ядра, а также отъ тѣхъ физическихъ условій, въ которыхъ происходило образованіе оолитовъ. Главную роль въ послѣднемъ случаѣ Frantzen приписываетъ деформированію оолита, первоначально мягкаго, вслѣдствіе постояннаго движенія морской воды.



Фиг. 4.

Я полагаю, что движеніе воды вызываетъ, пожалуй, не столько механическое деформированіе, сколько неравномѣрность отложенія карбоната кальція вокругъ ядра подъ вліяніемъ токовъ воды, постоянно омывающихъ образующееся оолитовое зерно.

Разнообразіе въ микроструктурѣ, какъ мы уже видѣли, обусловлено характеромъ тѣхъ діагенетическихъ и метаморфическихъ процессовъ, которымъ подверглась порода. Первичной формой мы должны считать концентрически-скорлуповатую (рѣже радіально-лучистую) структуру, которая при перекристаллизаціи даетъ вторичныя менѣе типичныя формы, относимыя Sorby къ типу recrystallized. Frantzen совершенно справедливо предложилъ распространить названіе оолитъ не только на концентрически-скорлуповатыя образованія, но и на зернисто-кристаллическія, если доказана ихъ первичная оолитовая природа.

Резюмируя всѣ приведенныя описанія оолитовъ, мы должны считать наиболѣе характерными и устойчивыми признаками оолитоваго сложенія, имѣющими мѣсто даже въ перекристаллизованныхъ оолитахъ, слѣдующія: присутствіе ядеръ, обособленныхъ отъ внѣшней оболочки, и какъ частный ихъ случай, но вмѣстѣ съ тѣмъ и наиболѣе важный, явленіе сложныхъ оолитовъ, а затѣмъ темную окраску периферіи постепенно ослабѣвающую по направленію къ центру. Рѣшеніе же вопроса о томъ какой типъ стяженій имѣется въ данномъ оолитѣ т. е. представляетъ ли онъ сферолитъ или сферокристалъ возможно сравнительно въ рѣдкихъ случаяхъ, когда первичная структура не подверглась еще никакимъ измѣненіямъ.

Значительный интересъ въ вопросѣ о микроструктурѣ оолитовъ представляютъ изслѣдованія Lacroix [1]), касающіяся строенія Карлсбадскихъ пизолитовъ.

Lacroix нашелъ, что послѣдніе состоятъ изъ особый модификаціи карбоната кальція, названный имъ ктипеитомъ и характеризующейся болѣе низкимъ, чѣмъ у кальцита или арагонита, двупреломленіемъ $(Ng—Np)=0{,}020$ и положительнымъ знакомъ оптическаго эллипсоида. При началѣ краснокалильнаго жара пизолиты энергично растрескиваются и при прокаливаніи переходятъ въ кальцитъ, сохраняя вполнѣ концентрически-скорлуповатую структуру.

Въ алжирскихъ пизолитахъ Lacroix указываетъ однако, и двуосные элементы съ угломъ 2E до 50° Между прочимъ, пизолиты изъ Vichy по Lacroix состоятъ, вѣроятно, не изъ ктипеита, а изъ лучистаго арагонита.

Тѣ Карлсбадскіе пизолиты, которые имѣются въ моемъ распоряженіи, также состоятъ изъ арагонита, что доказывается очень высокимъ двупреломленіемъ радіальныхъ призмочекъ и химической пробой, о чемъ будетъ сказано ниже.

Rosenbusch [2]) сомнѣвается въ одноосности ктипеита, такъ какъ въ Карлсбадскихъ пизолитахъ не удавалось ни разу получить крестъ Вебскаго-Бертрана [3]), характерный для сферокристалловъ и наблюдаемый въ кальцитовыхъ оолитахъ.

Lacroix самъ ставитъ вопросъ, не является ли двупреломленіе ктипеита слѣдствіемъ внутреннихъ напряженій при концентрически-скорлуповатой структурѣ пизолитовъ [4]).

---

1) M. A. Lacroix. Sur la ktipéite, la nouvelle forme de carbonate de calcium etc. Com. tes Rendus **126**, 1898 p. 602.

2) Rosenbusch. Mikr. Phys. B. I. H. 2 стр. 129.

3) Rosenbusch. ibid. стр. 129.

4) Въ этомъ случаѣ пришлось бы принять вещество оолита за особую, быть можетъ, коллоидальную форму карбоната кальція, двупреломленіе котораго вызывалось бы особымъ молекулярнымъ натяженіемъ, подобно тому какъ это наблюдается въ закаленномъ или сжатомъ стеклѣ. Вопросъ этотъ имѣетъ очень большое значеніе для выясненія первичной природы оолитовъ, такъ какъ приходится признать, что очень многіе оолиты не обнаруживаютъ никакой радіальной лучистости даже при очень сильныхъ увеличеніяхъ.

Относительно химическаго состава Linck [1]) считаетъ, что всѣ оолитовыя породы такъ наз. fossilen Oolithe или Rogensteine состоятъ исключительно изъ кальцита, и лишь новые (recenten) оолиты (пизолиты) изъ Карлсбада, Суэцкаго канала, Караибскаго моря, Синая, Алжира сложены изъ арагонита.

Въ статьѣ Linck'a съ большой полнотой изложены результаты лабораторныхъ опытовъ, касающихся вопроса объ условіяхъ выпаденія карбоната кальція изъ растворовъ. Приводить всѣ его выводы я не буду, укажу лишь на одно самое важное положеніе, а именно: содержаніе карбоната кальція въ морской водѣ слишкомъ мало для непосредственнаго его выпаденія, и образованіе всѣхъ конкрецій карбоната кальція происходитъ за счетъ взаимодѣйствія углекислыхъ солей натрія и аммонія, являющихся результатомъ особыхъ химическихъ процессовъ въ морской водѣ, съ сѣрнокислымъ кальціемъ.

Linck полагаетъ, что первичной формой сфероконкрецій является вообще арагонитъ, переходящій затѣмъ въ кальцитъ, подобно процессу, происходящему въ отложеніяхъ коралловъ и раковинъ, сложенныхъ первоначально также изъ арагонита.

Реакція Meigen'a на арагонитъ, основанная на образованіи зеленовато-чернаго осадка при дѣйствіи раствора желѣзнаго купороса на истолченный арагонитъ, дѣйствительно показала, что Карлсбадскіе пизолиты состоятъ изъ арагонита, анапскіе же оолиты дали при тѣхъ же условіяхъ лишь бурый осадокъ углекислаго желѣза т. е. они, вѣроятнѣе всего, состоятъ изъ кальцита.

Что касается геологическихъ условій образованія оолитовыхъ известняковъ, то Linck и Frantzen отмѣчаютъ, что послѣдніе всегда очень богаты окаменѣлостями и пріурочены къ областямъ съ обильной фауной. Присутствіе органическихъ остатковъ по Linck'у необходимо для образованія карбонатовъ натрія и аммонія за счетъ распада бѣлковыхъ веществъ и процессовъ гніенія, что, какъ было указано выше, является условіемъ для выпаденія карбоната кальція путемъ обмѣннаго разложенія натріевыхъ и аммоніевыхъ солей съ сульфатомъ кальція.

Образованіе современныхъ оолитовъ Краснаго и Караибскаго морей, обусловлено, повидимому, большимъ богатствомъ этихъ тропическихъ областей фауной.

Чокракскіе известняки тоже представляютъ примѣръ отложеній очень богатыхъ фауной, равно какъ и раковинный известнякъ Тюрингіи.

Linck подчеркиваетъ, что и въ Карлсбадскомъ шпруделѣ образованіе пизолитовъ обязано присутствію въ водѣ источника значительнаго содержанія углекислаго натрія.

Въ заключеніе, нельзя не остановиться еще на одномъ вопросѣ, а именно, аналогомъ какихъ современныхъ морскихъ осадковъ слѣдуетъ считать оолитовые известняки. Frantzen [1]) напр. полагалъ, что его тріасовыя оолитовыя породы вполнѣ соотвѣтствуютъ глобигериновымъ иламъ современныхъ океановъ и видитъ подтвержденіе такого взгляда въ обиліи обломковъ раковинокъ фораминиферъ и въ присутствіи среди ядеръ оолитовъ непрозрачныхъ плотныхъ стяженій, которыя онъ считаетъ тождественными съ марганцовыми и желѣзистыми стяженіями, распространенными въ глубоководныхъ илахъ. Самые же оолиты онъ считаетъ возможнымъ отождествить съ кокколитами пелагическихъ осадковъ.

Надо замѣтить, что кокколиты, дѣйствительно, представляютъ, подобно оолитамъ, известковыя стяженія вокругъ какого-либо посторонняго тѣла—ядра, нерѣдко съ концентрическимъ строеніемъ, хотя, повидимому, не столь тонкимъ, какъ въ оолитахъ.

Linck [2]) полагаетъ, что оолиты образуются исключительно въ терригеновой зонѣ морей, гдѣ по преимуществу развиты химическіе процессы, за счетъ которыхъ арагонитъ отлагается въ формѣ оолитовъ, въ пелагическихъ же областяхъ, гдѣ тѣ же процессы протекаютъ слабѣе, возникаютъ лишь отдѣльные кристаллы арагонита и ихъ сростки и кокколиты. Впрочемъ, Linck самъ ставитъ надъ кокколитами знакъ вопроса, не рѣшаясь считать ихъ образованіями рѣзко отличными отъ оолитовъ.

---

[1]) Linck. Die Bildung der Oolithe und Rogensteine Neues Jahrb. f. Min. Geol. u. Petr. 1903. XVI. Beil.-B.

[1]) Frantzen. ibid.

[2]) Linck ibid.