Доклады Академии наук СССР
1955. Том 102, № 1

МИНЕРАЛОГИЯ

Н. В. РЕНГАРТЕН

НОВООБРАЗОВАНИЯ МИНЕРАЛОВ ТИТАНА В ПЕСЧАНЫХ ПОРОДАХ УГЛЕНОСНЫХ СВИТ

(Представлено академиком Д. И. Щербаковым 3 XII 1954)

При изучении пород карагандинской свиты продуктивного карбона Карагандинского бассейна мы установили, что некоторые песчаники содержат в своем составе аутигенные выделения анатаза, брукита и лейкоксена, которые произошли за счет разложения в определенных условиях обугленного растительного материала.

Аутигенные титановые минералы приурочены здесь к песчаным осадкам, относящимся по генезису к фациям речных русел, подводных дельт, а также к фациям прибрежных зон проточных озер и открытого моря. Минеральный состав обломочной части песчаников имеет всегда разнообразный полимиктовый характер. Песчаники содержат остатки флоры, которые представлены в виде различной величины обугленных обрывков лиственных и стеблевых частей растений, а также в виде тонкоизмельченного углистого детрита. Углистый материал, неравномерно распределяясь в песчаном осадке, обусловил косую прерывистую, волнистую, перистую и другие слоистые текстуры пород.

Аутигенные титановые минералы в описываемых песчаниках чрезвычайно распространены. Под микроскопом при сильном увеличении хорошо видно, что они представлены здесь лейкоксеном, анатазом и брукитом.

Лейкоксен дает бесформенные выделения. Под микроскопом в отраженном свете они имеют фарфоровидный облик и розово-белую окраску, в проходящем свете кажутся темнокоричневыми, почти черными, а при скрещенных николях то изотропны и непрозрачны, то обнаруживают точечную и тусклую поляризацию вследствие, очевидно, частичной раскристаллизации лейкоксенового вещества.

В большинстве случаев именно это лейкоксеноподобное вещество и является материнским для чистых и прозрачных кристалликов брукита и анатаза. Последние, в виде шипов и зубчатых выростов, часто развиваются по краям лейкоксеновых образований, а также выделяются внутри них по стенкам микроскопических трещинок и неправильных полостей.

Брукит и анатаз встречаются совместно и не всегда отличимы друг от друга. Они дают мельчайшие (размером в среднем 0,01—0,05 мм) призматические и таблитчатые кристаллики и удлиненные, без ясной огранки, зернышки. Цвет минералов темный, золотисто-коричневый и буро-коричневый. Показатели светопреломления высокие.

В скрещенных николях оба минерала проявляют пеструю, высокую интерференционную окраску, которая кажется всегда мутной благодаря присутствию распыленного лейкоксенового вещества. Отдельные кристаллики брукита обнаруживают характерные для него сине-зеленые и малиновые цвета интерференции, которые, непрерывно сменяя друг друга при вращении столика микроскопа, не допускают погасания зерна.

Растительные остатки, которые нередко сопровождаются новообразованиями лейкоксена, анатаза и брукита, представлены мелкими обрывка-

ми углефицированных растительных тканей. Под микроскопом в плоскопараллельных шлифах наблюдаются буро-черные комочки в разной степени окисленного, фюзенизированного растительного материала, которые сопровождаются бурыми потеками гелеобразного гумусового вещества. Последнее обволакивает эти комочки и растекается по стенкам близлежащих минеральных зерен.

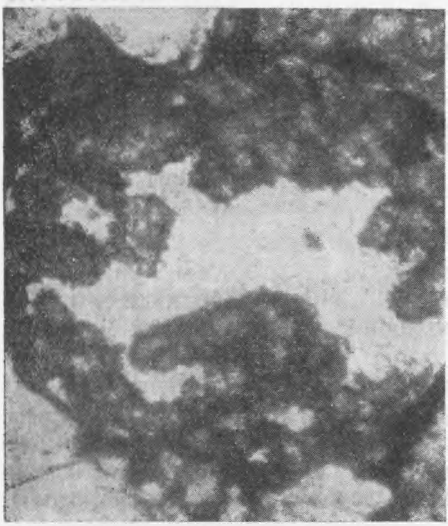


Рис. 1. Агрегат анатазовых и брукитовых зерен, оконтуренный фюзенизированным органическим веществом растительного происхождения. Николь один; × 300

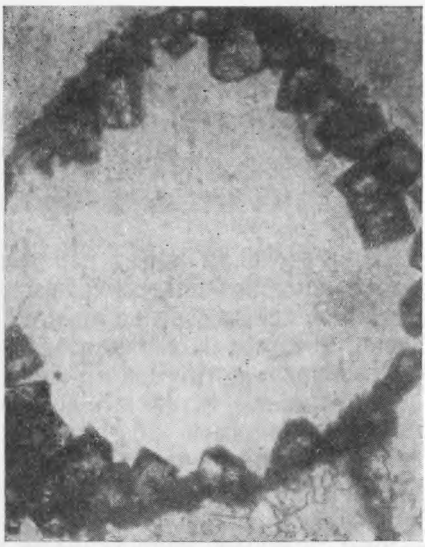


Рис. 2. Микрожеода кристаллов анатаза и брукита; внутренняя часть ее выполнена зерном кальцита. Николь один; × 300

Именно с подобного рода измененной растительной органикой и связаны новообразования титановых минералов. Лейкоксен в виде бесформенных пятен выделяется вокруг участков коллоидальной органической массы и часто очень мало отличается от нее по внешнему виду, а брукит и анатаз образуют мельчайшие агрегаты-жеоды мутных кристалликов внутри (см. рис. 1) и вблизи скоплений измененного растительного материала.

Аутигенные выделения брукита и анатаза, которые присутствуют в песчанистых породах в виде самостоятельных, не всегда связанных с растительной органикой, кристаллических агрегатов, обычно имеют форму микроскопических жеодок (см. рис. 2) размером в среднем около 0,10—0,25 мм. Внешние контуры их бывают различными и зависят от первоначальной формы зарастающей полости. Все свободное пространство внутри этих брукит-анатазовых жеодок выполнено или бесцветным тонкокристаллическим каолинитом или монокристаллом кальцита. В песчаниках, где цементом служит тонкочешуйчатый каолинит, титановые минералы обрастают стенки мелких пор между обломочными зернами; здесь они, несомненно, выделяются раньше главной массы каолинитового цемента. В породах с хлоритовым цементом хлорит образует ясно-кристаллические (часто с радиально-лучистым строением) каемки вокруг обломочных зерен. Свободные пространства между цементирующими хлоритовыми каемками в одних случаях выполнены метаколлоидальной или очень слабо раскристаллизованной хлоритовой массой; в других же случаях на стенки таких полостей сверх хлорита нарастают кристаллики брукита и анатаза, и тогда только все оставшееся свободное пространство в этих полостях выполняется или тонкочешуйчатым каолинитом

или монокристаллом кальцита. Кроме того, жеоды титановых минералов образуются на месте исчезнувших (при окислении в условиях самого раннего диагенеза) кусочков углистого вещества (см. рис. 3). В этих случаях контуры жеодок наиболее ясно очерчены.

В некоторых участках песчаных пород имеются аутигенные тонкозернистые агрегаты пирита, которые развиваются в углистых частицах, иногда полностью их замещая, а также дают самостоятельные выделения в хлоритовом цементе песчаников. Часто на агрегаты пирита нарастают кристаллики брукита и анатаза, а тонкочешуйчатый каолинит выполняет пространства между кристалликами титановых минералов. Таким образом, после того как здесь появились хлоритовые оболочки вокруг обломочных зерен, произошло образование пирита, потом брукита и анатаза, а последним выделился мелкоагрегатный каолинит.



Рис. 3. Выделения кристаллов титановых минералов и тонкочешуйчатого каолинита (в центре) на месте почти нацело минерализованного растительного остатка (сохранились отдельные короткие штрихи). Николь один; × 300



Рис. 4. Агрегат титановых минералов в углистом аргиллите вблизи эрозионного контакта с песчаником. Николь один; × 300

Наши наблюдения позволяют сделать вывод, что в образовании титансодержащих минералов никакого участия не принимал терригенный материал осадков и что они возникли в процессе разложения углистого вещества. Песчаный осадок, благодаря своей легкой проницаемости, допускал (до известной глубины) свободную циркуляцию воды, которая могла обеспечить приток активного кислорода. Последним, кстати, были богаты пресные речные воды и прибрежные зоны открытых озерных водоемов. Под действием кислорода и обугленных растительных остатков, которые заносились в осадок вместе с песчаными частицами, начинали интенсивно развиваться процессы окисления, которые наряду с другими процессами разложения органического вещества обусловливали появление целого ряда вторичных продуктов как органического, так и минерального составов, что зависело, не только от разложения различных частей растений, но и от физико-химических условий окружающей среды (восстановительно-окислительный потенциал, концентрация водородных ионов, парциальное давление углекислоты, наличие гумусовых кислот, содержание и концентрация солей в растворах и т. д.).

Окисление и разложение углистого вещества, очевидно, приводило к высвобождению титана из сложных металлоорганических его соединений или из состояния его рассеяния в углеорганической массе. Этот титан подвергался минерализации «на месте» в непосредственной связи с материнским углистым веществом или успевал мигрировать на некоторое расстояние и выделялся в зазорах между обломочными зернами и в порах хлоритового цемента в виде скрытокристаллического лейкоксена и хорошо раскристаллизованных брукита и анатаза. Так как титан в гипергенных условиях обладает наибольшей подвижностью в низких степенях окисления (в виде Ti_2O_3 или, может быть, даже в виде TiO), то первый из указанных выше случаев соответствует наиболее высокому окислительному потенциалу, а второй — более низкому. При последовательной кристаллизации хлорита (pH 8,5), брукита и анатаза (pH 7) и каолинита (pH 6,5) процесс шел от условий более щелочных к более кислым (в частности, под влиянием разложения углистых остатков и образования угольной и различных гумусовых кислот).

Наши наблюдения показывают также, что разложение в песчаных осадках обуглившихся растительных остатков с образованием при этом сидерита или замещение углисто-глинистых осадков каолинитом с примесью сидерита (при почти полном разложении углистого материала), как правило, не сопровождается выделением титановых минералов. Очевидно, что в слабо кислой среде, в восстановительных условиях (при недостатке кислорода) и при повышенном давлении углекислоты титан хотя и выделялся из органической массы, но находился в низких степенях окисления, был способен к миграции и выносился с растворами.

В связи с этим следует отметить и то интересное обстоятельство, что в брукит-анатазовых, обильно заселенных кристалликами жеодах кислородный режим и концентрация водородных ионов были благоприятными для роста титановых кристалликов и сюда, в частности, приносился растворами титан (в низких степенях окисления) и из соседних участков, где кислородный потенциал мог быть более низок, значение pH — более высокое, чем это требуется для брукита и анатаза. Такое «стягивание» титана к некоторым пунктам, возможно, усиливалось местами и собирательной кристаллизацией.

Самые угли и сильно углистые аргиллиты, не подвергшиеся окислению, не обнаруживают, как правило, и новообразованных титановых минералов, хотя химические анализы показывают в них устойчивое содержание титана. Последний явно находится здесь в связанном с органическим веществом состоянии, химически «распылен» в углистой массе и вне условий ее окисления не вступил еще в стадию своей автономной минерализации. Когда же богатые углистыми остатками породы попадают в зону активного кислорода, то здесь (например, вдоль эрозионных поверхностей) могут создаваться и создавались благоприятные условия для выделения титановых минералов (см. рис. 4). Можно, повидимому, и нахождение аутигенных титановых минералов в углях рассматривать как признак местного окисления последних.

Проявления генетической связи титансодержащих минералов с углистым веществом имеют широкое распространение в природе. Нам пришлось наблюдать ту же ассоциацию анатаз-брукитовых минералов и углистого вещества в песчаных отложениях Экибастузского каменноугольного месторождения (коллекция Е. П. Бутовой) и в песчаниках лейасового возраста на Северном Кавказе.

Лаборатория геологии угля
Академии наук СССР

Поступило
1 XII 1954