

М. Л. СОМИН

ФАЗЫ СКЛАДЧАТОСТИ И ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

(Представлено академиком М. А. Садовским 30 I 1973)

Изучение тектоники метаморфических толщ, особенно интенсивно проводившееся в последнее десятилетие, привело многих исследователей к заключению, что их структура обычно характеризуется геометрическим наложением друг на друга двух или более систем (генераций) складок и связанных с ними сланцеватости, линейных и плоскостных текстур.

Существует два подхода к оценке геологического значения этого явления. Один из них сводится к отождествлению эпизодов деформации, приведших к появлению определенных генераций складок, с фазами складчатости в том смысле, как их понимал Г. Штилле *. Крайние сторонники такой точки зрения считают, что по наблюдениям, проведенным даже на небольшом количестве обнажений в одном комплексе пород над их структурной перестройкой, можно судить о проявлении и наложении друг на друга в данном регионе таких основных тектонических циклов, как каледонский, герцинский и альпийский. В соответствии с другой точкой зрения, многостадийные структурные преобразования в метаморфических толщах могут осуществляться в течение одного цикла или одной фазы складчатости.

Для решения данной проблемы должны быть рассмотрены те метаморфические комплексы, в которых верхний возрастной предел исходных отложений может быть определен достаточно точно, а о времени метаморфизма и деформаций можно судить по составу и структуре несогласно залегающих комплексов.

В разрезе центрально-кавказский раннегерцинский комплекс Главного хребта Большого Кавказа стратиграфически непрерывен — от силура или нижнего палеозоя до отложений нижнего карбона включительно. Региональный метаморфизм комплекса, прогрессивная стадия которого развивалась в условиях от гранулитовой до зеленосланцевой фаций, связан с судетской фазой складчатости и полностью завершился к моменту орогенных движений, фиксирующихся накоплением неметаморфизованной угленосной молассы башкирского яруса среднего карбона (1). Метаморфические породы из галек верхнепалеозойских конгломератов, включая и среднекаменноугольные, несут все признаки сложной метаморфической эволюции комплекса, включая мигматизацию и диафторез в условиях эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фаций. Между положением кристаллизационной сланцеватости, полосчатости и других вторичных плоскостных и линейных элементов пород комплекса и базальными слоями верхнего палеозоя фиксируется угловое несогласие. Однако деформации этих элементов предшествовало сначала образование подобных сильно сжатых и изоклинальных складок F_1 , с которыми и сопряжена кристаллизационная сланцеватость, выраженная наиболее высокотемпературными минеральными ассоциациями прогрессивной стадии регионального метаморфизма, и субпараллельных слоистости разрывов (1). Затем, во всяком

* По Штилле, проявление фазы складчатости выражается, прежде всего, в образовании углового несогласия.

случае местами, сформировались менее сильно сплюснутые складки с близкой ориентировкой шарниров; они деформируют складки F_1 и сами иногда сопровождаются кливажем (наблюдение совместно с Ю. П. Видяниным). Возникновение структур тектонического разлинзования связано, по-видимому, именно с этой (второй) стадией деформации.

Таким образом, здесь с одной судетской фазой складчатости связано не менее трех стадий деформации. Альпийские движения, местами сильно изменившие раннегерцинскую структуру, имели по отношению к ней уже палочный характер, хотя, особенно в южной части Главного хребта, развивались в соответствии с древним структурным планом; они не сопровождались региональным метаморфизмом.

Сходно развивался комплекс Осевой зоны Пиренеев. Его складчатость и полиметаморфизм структурно непрерывной ранне-среднепалеозойской осадочной серии также сформировались в судетскую фазу складчатости. Слои, начиная с карадока, палеонтологически датированы, причем наиболее хорошо охарактеризованы фауной девонские и нижнекаменноугольные отложения⁽²⁾. Г. Зварт⁽³⁾ показал, что строение этого раннегерцинского комплекса сложное, особенно в его нижней, сильно метаморфизованной части (инфраструктуре). Оно было создано в результате не менее чем четырех стадий («фаз») деформации, более или менее тесно связанных с процессами регионального метаморфизма, причем на наиболее ранней стадии образовались, как и на Кавказе, сильно сжатые, в инфраструктуре лежащие складки. Близкая картина (три стадии деформации, сопряженные с метаморфизмом) выявлена в раннегерцинском комплексе Восточно-Уральского антиклинория⁽⁴⁾. Возраст самых верхних толщ комплекса здесь недостаточно ясен, и это не позволяет определить точное время образования складчатости, однако приуроченность упомянутых деформаций к одному тектоническому циклу не может вызывать сомнений.

Примером альпийского метаморфического комплекса, в котором устанавливается образование нескольких генераций складок в течение одной фазы складчатости, является карбонатно-метатерригенный комплекс Кубы. Его нижнемезозойский (триас-верхнеюрский) возраст установлен по остаткам фораминифер и корреляции со слабо измененными толщами юры Западной Кубы⁽⁵⁾. Метаморфизм комплекса в горах Эскамбрай и на Пинос происходил, вероятно, в поздней юре. На это указывают гораздо меньшая степень, а иногда отсутствие метаморфизма в меловых породах, непосредственно контактирующих с кристаллическими сланцами комплекса в названных районах, и трансгрессивный, базальный характер слоев верхнего титона (?) — неокома к северу от Эскамбрая*. Складчатая структура пород мела относительно проста и в пределах главных полей их распространения сформирована в результате одной стадии деформации. В метаморфическом же комплексе, по наблюдениям Г. Мильяна и автора, местами фиксируется не менее двух генераций складок изоклинального или субизоклинального характера, с наиболее ранней из которой ассоциирует метаморфическая сланцеватость. Деформированные осевые поверхности этих сильно сжатых складок в совокупности создают крупные антиформные купола и подчиненные последним синформы, являющиеся структурами более поздней генерации. Если предмеловое несогласие на юге Центральной Кубы действительно существует, то заложение куполов также произошло до его образования; однако процесс оформления этих структур был длительным и продолжался в меловое и послезоценовое время указывает наклон в сторону от куполов отложений соответствующего возраста.

Как видно, в структурной эволюции метаморфических комплексов, подобных упомянутому, намечаются общие особенности. Наиболее ранняя

* Домеловой возраст метаморфизма юрских пород пока не может считаться строго доказанным; не исключено, что он является верхнемеловым; обломки метаморфитов Эскамбрая достоверно известны лишь в эоцене.

генерация складок F_1 представлена здесь изоклинальными, нередко лежащими формами. Тогда же, в общем синхронно с метаморфизмом, возникают субпараллельные сланцеватости разрывы. Уже затем могут образоваться сильно сжатые, часто с субвертикальными шарнирами складки, изгибающие метаморфическую сланцеватость. Куполовидные (антиформные) и синформные структуры оформляются еще позже. Подобная последовательность событий описана многими авторами в других метаморфических комплексах докембрия и фанерозоя.

Складки F_1 в метаморфитах, очевидно, нигде не существуют в своем первозданном, т. е. дополнительно не деформированном, виде, так как нет областей, где бы поверхности метаморфической сланцеватости были бы совсем не деформированы. Уже это позволяет предполагать, что ранние изоклинальные складки не могут быть порождены самостоятельной фазой складчатости. Сравнение с полой складчатостью неметаморфизованных толщ, когда она является результатом одной стадии деформации в условиях продольного изгиба, показывает, что складки F_1 в метаморфитах характеризуются более резко выраженной асимметрией, дисгармоничным развитием, обнаруживающим тесную связь с составом пород, и часто проявляющимся внутрипластовым характером. Для складчатости же указанного типа в осадочных толщах характерно повсеместное и относительно равномерное развитие антиклиналей и синклиналей, которые обычно достигают значительных размеров. В то же время, складки F_1 в метаморфитах нередко, например в верхах центрально-кавказского комплекса, появляются лишь эпизодически и только в виде мелких форм (до первых метров по амплитуде); зеркало таких складок практически параллельно слоистости⁽¹⁾. Поэтому случаи несовпадения сланцеватости и слоистости здесь редки. Известны метаморфические толщ, в которых складки F_1 представлены лишь мелкой пloidчатостью или даже отсутствуют. Это зеленосланцевые среднепалеозойские толщ Передового хребта Большого Кавказа, протерозой Майтубинского антиклинория Центрального Казахстана⁽⁶⁾, позднекембрийский, также зеленосланцевый комплекс в районе Кисловодска, меловые метавулканиты Береговых хребтов Венесуэлы⁽⁷⁾ и др.

В общем случае, однако, ранние сильно сжатые складки очень характерны для метаморфических толщ, хотя их роль в общей структурной картине последних в разных случаях существенно различна. Существование данных форм отражает высокую пластичность материала, способного к течению даже в субгоризонтальном направлении с образованием складок, по-видимому сразу приобретающих наклонное положение.

Особый интерес представляют пока еще немногочисленные данные, указывающие на неповсеместность распространения и различную интенсивность проявления определенных стадий деформации в одном и том же метаморфическом комплексе. У. Файзон⁽⁸⁾ отметил затухание «фазы» F_1 в моноциклически развивавшемся комплексе оз. Шусуоп (Канадские Кордильеры) при переходе от глубококометаморфизованных пород нижней части разреза к его неметаморфизованной верхней части. Аналогичная ситуация существует в Блыбском антиклинории Передового хребта Большого Кавказа, если здесь, как считает большинство исследователей, действительно есть непрерывный разрез от амфиболит-гнейсового ядра от метатерригенных толщ нижнего карбона. Автором⁽¹⁾ установлено сильное уменьшение роли складок F_1 при переходе от нижних и глубококометаморфизованных частей центральнокавказского комплекса к его верхним и слабее метаморфизованным толщам, где эти складки усложняют общую структурную картину крайне незначительно. Показательно, что Р. Парк⁽⁹⁾, обобщая данные по многим метаморфическим комплексам, пришел к выводу, что их стратиграфическая корреляция по структурным признакам невозможна, так как условия деформаций могут меняться от места к месту уже в пределах одного комплекса.

Сказанное позволяет сделать следующие выводы: 1) сложное, много-стадийное структурное развитие метаморфических комплексов очень часто осуществляется в течение одной фазы складчатости; при этом образование первых двух генераций складок (включая ранние подобные, сильно сжатые складки, в замках которых сланцеватость сечет слоистость) и заложение антиформ и синформ — обычный атрибут первой же фазы, охватившей данный комплекс; 2) распространение деформаций определенных стадий может быть ограничено какими-то частями одного комплекса; интенсивность и форма проявления одной и той же фазы могут быть различными на разных структурных уровнях; иными словами, во многих метаморфических комплексах отмечается структурная неоднородность.

Сложная, но вместе с тем закономерно повторяющаяся в разных по возрасту метаморфических комплексах история деформаций слагающих их горных пород, очевидно, указывает на общность механизма деформаций.

Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта
Академии наук СССР
Москва

Поступило
9 I 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. Л. Сомин, Докюрское основание Главного хребта и южного склона Большого Кавказа, М., 1971. ² М. Г. Руттен, Геология Западной Европы, М., 1973.
³ H. I. Zwart, Geol. en mijnbouw, 22, № 5 (1960). ⁴ С. В. Чесноков, ДАН, 167, № 4 (1966). ⁵ М. Л. Сомин, Г. Мильян, Изв. АН СССР, сер. геол., № 5 (1972).
⁶ В. С. Милеев, Вестн. Московск. унив., геология, № 6 (1967). ⁷ P. A. O x h b u r g, Geol. Soc. Am. Memoir, 98, 244 (1966). ⁸ W. K. F y s o n, Geol. Assoc. Canada Spec. Paper, 6 (1970). ⁹ R. G. P a r k, Tectonophysics, 7 (4), 323 (1969).