

В. П. СОЛОНЕНКО

**ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО
И ГЕОТЕКТЕНИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ ГРАФИТОНОСНЫХ
ПОРОД ВОСТОКА СССР**

(Представлено академиком Д. В. Наливкиным 19 IX 1950)

При изучении геологии графитоносных отложений Восточной Сибири и Дальнего Востока мной установлена первично-органическая природа углерода графита самых разнообразных пород, причем в осадочно-метаморфических образованиях, включая древнейшие, он в подавляющей своей массе сингенетичен. Углерод графитизированных изверженных и гидротермальных пород всегда имеет явные связи с углеродом, несомненно органического происхождения, вмещающих отложений. Наиболее выдержанная графитизация характерна для докембрийских парапоруд, приуроченных к платформам и краевым частям складчатых зон.

При анализе фаций графитоносных отложений выясняется, что условия накопления органического материала графитовых парагнейсов и сланцев архея и протерозоя вполне тождественны условиям накопления позднейших битуминозных и нефтеносных свит ⁽¹⁾. Следовательно, мы можем говорить не только об органическом происхождении углерода этих отложений, но и о типе органического материала — источника углерода графита, который был представлен битумами. Таким образом, графит дает нам возможность с полной уверенностью расширить время существования жизни на Земле. Еще недавно наиболее древними отложениями считали гнейсы Балтийского щита, прорванные пегматитами, возраст которых исчислялся в $1,6 \cdot 10^7$ лет ⁽⁵⁾. Органическая природа углерода графита гнейсов Финляндии с достаточной убедительностью доказана Ранкама ⁽¹²⁾. Несколько позднее был установлен возраст конгломератов Монитобы, состоящих из гальки кварцитов и известняков с органическим веществом, которые по Баклунду ⁽¹¹⁾ являются неоспоримыми фактами былого существования воды и биологических условий на поверхности Земли. Конгломераты прорваны гранитами, возраст которых определяется в $1,8 \cdot 10^7$ лет. В последнее время определен возраст пегматитов, прорывающих всю толщу алданского и слюдянского архея. Возраст алданских пигментов $2 \cdot 10^7$ лет, слюдянских $1,9 \cdot 10^7$ лет. Если учесть, что на Алдане графитоносная иенгская серия залегает в низах архейской толщи, мощностью до 20—22 км ⁽¹⁰⁾, а пегматиты интрузировали уже в метаморфизованные и дислоцированные осадки, то возраст графитоносных пород должен быть еще значительно увеличен. Следовательно, графит дает нам несомненные доказательства большой древности жизни на Земле; возникновение жизни должно относиться к времени формирования самой Земли, так как в основании древнейших в мире парапоруд архея происходило массовое накопление органических остатков.

При изучении древних графитоносных пород удалось установить довольно тонкую зависимость степени кристалличности графита от его возраста, чему благоприятствовало довольно детальное стратиграфическое расчленение докембрия в ряде районов (2, 3, 6, 7, 10). В более древних свитах графит представлен в крупных, прекрасно развитых чешуях.

По мере подъема в верхние свиты увеличивается количество мелко-чешуйчатого графита, чешуи имеют нередко рваные края, а в верхних свитах появляются хлопьевидные чешуи, причем полевые шпаты и кварц гнейсов и сланцев не всегда очищены от распыленного графитистого вещества. В протерозойских отложениях очень часто графит хлопьевидный, по качеству — скрыто-кристаллический, в верхних горизонтах сопровождается углистым веществом. Эти признаки выдерживаются с такой закономерностью, что может быть введено правило: в данном разрезе парапород близких по химико-минералогическому составу, графит более древних слоев более крупночешуйчатый и кристаллографически более совершенен.

Графиту при изучении метаморфических пород до настоящего времени не придавалось почти никакого значения. Вместе с тем, в глубокоизмененных породах он остается почти единственным минералом, по которому можно сравнивать не только степень метаморфизма, но и относительный возраст отложений. При этом необходимо учитывать, что свобода кристаллизации углерода зависит не только от температуры и давления, но и от свободы миграции углерода в породе, понижающейся в последовательности: кристаллические известняки, карбонатно-глиноземистые, глиноземистые парапороды, породы кварцитово-глиноземистые.

Не менее существенное значение имеет графит при изучении диафторитов. В то время как при ретроградном метаморфизме происходит коренное изменение минеральных ассоциаций, графит не изменяет своей кристалличности и по последней легко может быть установлен исходный тип ретроградно-метаморфизованных пород и бывшая высшая степень метаморфизма их.

Все сказанное о петрографическом и стратиграфическом значении графита, естественно, справедливо для сингенетичных его разностей, не переотложенных и не перекристаллизованных позднейшими наложенными процессами. Но это не умаляет значения его, так как перекристаллизация графита наблюдается лишь в узких контактовых зонах (от сантиметров до десятков метров) и в поле непосредственного воздействия гидротермальных растворов.

Размещение графитоносных пород на востоке СССР имеет самую тесную связь со структурами земной коры. С юга Сибирскую платформу охватывает Саяно-Байкальский графитовый пояс краевой зоны каледонид. Забайкальский графитовый пояс связан с краевой зоной мезозойд. Синийская платформа с востока охвачена Хингано-Уссурийским графитовым поясом. На платформе выделяются три узла графитоносных пород: Алданский и Анабарский кристаллические массивы и Нижнетунгусская впадина.

Накопление органического углерода происходило в областях, примыкающих к платформам и по своей подвижности занимающих промежуточное положение между платформами и геосинклиналями, т. е. в зоне мелкого моря с подвижным дном, где во все геологические эпохи накапливалась основная масса рассеянного органического углерода. Последующий региональный и контактовый метаморфизм обусловил переход углерода в его наиболее устойчивую модификацию — графит. Графитоносные породы Нижнетунгусской впадины, т. е. собственно платформенные графитоносные породы, имеют теснейшие родственные связи с наиболее подвижным элементом Тунгусского бассейна (9), где усло-

вия метаморфизма имели некоторые общие черты с условиями метаморфизма переходной зоны от платформы к складчатой зоне.

Стратиграфический анализ размещения графитоносных пород дает возможность наметить следующие зоны графитоносных пород.

1. Зона архейских графитоносных пород — Алданский и Анабарский (?) кристаллические массивы и краевые наиболее приподнятые части складчатых зон с выходом на поверхность кристаллического фундамента, по составу и возрасту тождественного архею платформ. К этой зоне относятся графитоносные породы Восточного Саяна, Хамар-Дабана, Прибайкалья, Байкальского нагорья, Станового хребта и восточной периферии Синийской платформы (8).

Пример тесной зависимости графитоносности архейского комплекса от положения его по отношению к платформе дает краевая наиболее приподнятая часть мезозоид Забайкалья. На громадном протяжении эта зона примыкает к каледонидам и, хотя архейские отложения здесь имеют довольно широкое распространение, графитоносные породы в них неизвестны. Но как только структура подходит к древней платформе, сразу же в архейских отложениях существенное значение приобретают графитовые гнейсы. Это позволяет сделать следующий важный вывод: поскольку массовое накопление органического материала по всей геологической истории происходило на относительно (по сравнению с геосинклиналями) устойчивых структурных элементах земной коры, Сибирская платформа, во всяком случае ее щиты, уже с начала архея представляли наиболее устойчивые области Земли с общей тенденцией к поднятию по отношению к окружающим их структурам. Поэтому нельзя безоговорочно утверждать, что в архее, в частности в Восточной Сибири, существовал пангеосинклинальный режим. Тип графитоносных пород свидетельствует о существовании устойчивых элементов земной коры уже в начале архея (Алданский, Анабарский массивы, повидимому, Иркутский амфитеатр, история развития которого существенно отличается от истории развития остальной части плиты).

2. Зона протерозойских графитоносных пород расположена преимущественно по периферии пояса архейских графитоносных отложений, и только в особых структурных условиях, где протерозой развит по окраине платформ и входит в краевую часть складчатой зоны, они непосредственно примыкают к платформе. В пределах платформ протерозойские осадки хотя и содержат органический материал, но метаморфизм их большей частью не достиг графитовой фации. Графитоносные отложения представлены фациями мелкого моря с часто изменяющимся режимом, что подтверждается не только литологическим составом осадков, но и установленными в них волноприбойными знаками и перерывами.

Особенно мощное накопление органических осадков происходило в протерозое около Китайской платформы, что объясняется ее морфологией (4). В ранне-синийское время она находилась в материковой стадии развития. Суша была в северной и западной части и имела постоянную тенденцию к поднятию. В первой половине протерозоя платформа обладала равнинным рельефом. Амплитуда колебаний измерялась десятками и первой сотней метров, что при плоском рельефе вызывало значительные изменения береговой линии и постоянное возобновление бассейнов типа заливов, лиманов и т. п., в которых наиболее бурно развивается растительный и животный планктон. Весьма характерно, что повышенные концентрации органического материала приурочены преимущественно к синклиналям, которые были выражены в рельефе уже в протерозое. При последующих движениях они устойчиво сохраняли свою тенденцию к погружению на протяжении палеозоя и мезозоя.

3. Зона палеозойских графитоносных пород. Далее в глубь складчатых областей лежит зона палеозойских графитоносных пород.

Она приурочена к краевой части мезозойской зоны складчатости. Отличительная черта палеозойских графитоносных пород заключается в том, что графит образуется не столько за счет битумов, сколько за счет метаморфизма растительных остатков. Региональный метаморфизм не достиг графитовой фации глубинности, но подготовил органическое вещество к графитизации при дальнейшем контактовом метаморфизме. Эти специфические условия имели место и в особых структурах платформы — Нижнетунгусском прогибе и на Таймыре по окраине Хатангской впадины. Существенное отличие графитоносных пород платформы заключается в том, что графит образовался за счет углей и углистых сланцев в условиях слабого регионального метаморфизма, поэтому он представлен исключительно скрытокристаллической разновидностью, в то время как в складчатых областях в зависимости от местных тектонических и термодинамических условий развивается скрыто-кристаллический, хлопьевидный и чешуйчатый графит.

4. Зона мезозойских графитоносных пород намечается лишь по отдельным точкам (Тургинская свита Забайкалья, Монгугайская свита Приморья), так как региональный метаморфизм осадков выражен слабо и графит мог образоваться лишь в узкой контактовой зоне интрузии и при благоприятных тектонических условиях. Даже в контактовых зонах гранитоидов графит скрытокристаллический, и только сублимационный или гидротермальный переотложенный графит явно кристаллический.

Из изложенного вполне отчетливо выступают закономерности развития графитоносных пород, которые перемещаются от ядер платформы в глубь складчатых областей, переходя во все более высокие стратиграфические горизонты.

Органогенно-сингенетический графит, таким образом, приобретает чрезвычайно важное значение для стратиграфии, палеогеографии и геотектоники. Графит дает возможность устанавливать типы морских бассейнов начиная с древнейших эпох Земли, уточнять границы структур земной коры и их преемственные связи, выявлять довольно тонкие детали фаций метаморфизма, значение различных типов метаморфизма и диафтореза и т. д. Одним словом, графит является одной из важнейших характеристик геолого-петрографических регионов.

Графитоносные отложения ярко подчеркивают, что развитие структур Земли значительно отстает в темпе от развития органической жизни. Это создает такие условия осадконакопления, когда в каждую новую эпоху возникают осадки, близкие по типу к осадкам предыдущей эпохи (влияние замедленного развития структур земной коры), но имеющие и неповторимые черты, созданные или обусловленные быстро изменяющимся органическим миром.

Поступило
3 IV 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. М. Губкин, Учение о нефти, 1937. ² Д. С. Коржинский, Стратиграфия СССР, 1, 1939. ³ Е. В. Павловский и А. И. Цветков, Стратиграфия СССР, 1, 1939. ⁴ В. М. Силицын, Изв. АН СССР, сер. геол., № 6 (1948). ⁵ Н. М. Страхов, Основы исторической геологии, 1, 1948. ⁶ В. П. Солоненко, ДАН, 61, № 5 (1948). ⁷ В. П. Солоненко, Геология центральной части Уссурийского района, 1949. ⁸ В. П. Солоненко, Разведка недр, № 1 (1948). ⁹ В. П. Солоненко, ДАН, 67, № 6 (1949). ¹⁰ Н. В. Фролова и Н. Ф. Клековкин, Стратиграфия архея Алданского массива, 1945. ¹¹ O. O. Backlund, Geol. Magazine, 83, 3 (1946). ¹² K. Rankama, Bull. Geol. Soc. Amer., 59, 5 (1948).