

Н. А. СОЗИНОВ, Св. А. СИДОРЕНКО
**О ФОРМАЦИОННЫХ ТИПАХ УГЛЕРОДИСТЫХ СЛАНЦЕВ
ДОКЕМБРИЯ И ФАНЕРОЗОЯ**

(Представлено академиком А. В. Сидоренко 19 IX 1975)

В последние годы в связи с установлением ведущей роли экзогенных процессов в формировании основной массы горных пород в докембрии ⁽¹⁾ возрос интерес к широко распространенным в древнейших комплексах углеродистым и углеродсодержащим образованиям. Это внимание еще более **повысилось** после того, как была всесторонне доказана их биогенная природа, а также присутствие в них углеводов, аминокислот и сахаров ⁽²⁾. Сравнительно недавно нами была предпринята попытка формационного подхода к анализу углеродистых отложений и в особенности углеродистых сланцев * морского происхождения ⁽³⁾. Формации углеродистых сланцев были выделены в соответствии с тем содержанием, которое **вкладывается в понятие о формации**, по Н. С. Шатскому и Н. П. Хераскову, как о естественных комплексах пород и сопутствующих им минеральных образований, отдельные члены которых (толщи, слои, пачки) тесно парагенетически связаны друг с другом как в пространственном, так и в возрастном отношении ^(4, 5). Формации углеродистых сланцев накапливались в течение почти всей геологической истории Земли и несмотря на определенные различия в их строении, связанные с их эволюцией во времени, они образуют весьма специфические парагенные ассоциации, позволяющие объединять их в формационные типы.

По геоструктурному положению формации морских углеродистых сланцев можно подразделить на два типа: платформенные и геосинклинальные. Платформенные формации характеризуются небольшими мощностями — порядка первых или первых десятков метров. Мощность формаций углеродистых сланцев геосинклинального типа выражается многими десятками и в некоторых районах сотнями метров. Как платформенные, так и геосинклинальные формации углеродистых сланцев характеризуются однородностью фациального состава на больших пространствах, свидетельствующего об устойчивых палеогеографических, климатических, гидродинамических и биогеохимических условиях их формирования.

Сходный парагенезис пород и связанных с ними углеродистых сланцев в отложениях разного возраста и геоструктурного положения позволяет объединить аналогичные конкретные формации в один формационный тип. В зависимости от главных членов парагенезисов пород выделяются четыре формационных типа: терригенно-глинисто-углеродистые, кремнисто-углеродистые, карбонатно-углеродистые и вулканогенно-кремнисто (карбонатно)-углеродистые (табл. 1).

Терригенно-глинисто-углеродистые формации. Среди неметаморфизованных отложений фанерозоя к указанному типу формаций можно отнести битуминозные аргиллиты волжского яруса Западно-Сибирской плиты ⁽⁶⁾, диктионемовые сланцы ордовика Прибалтики ⁽⁷⁾, а среди докембрийских формаций различных ступеней метаморфизма — графитовые сланцы свиты кейв Кольского полуострова, графитовые сланцы иенгурской серии архея Алдана и др.

* Термин «углеродистые сланцы» объединяет термины «горючие сланцы», «черные сланцы», «битуминозные сланцы», «шунгитовые сланцы», «графитовые сланцы» и др.

Таблица 1

Типы формаций углеродистых сланцев

Парагенезисы и особенности формаций	Формации углеродистых сланцев			
	терригенно-глинисто-углеродистые	кремнисто-углеродистые	карбонатно-углеродистые	вулканогенно-кремнисто (карбонатно)-углеродистые
Литологический состав	Битуминозные или высокоуглеродистые аргиллиты, алевролиты, глинистые сланцы с высоким содержанием $C_{орг}$ ($>10\%$) или их метаморфизованные эквиваленты	Битуминозные или высокоуглеродистые лидиты, фосфориты, кремнисто-глинистые сланцы с высоким содержанием $C_{орг}$ ($>10\%$) или их метаморфизованные эквиваленты	Битуминозные или высокоуглеродистые карбонатные (известковистые, доломитовые, мергелистые) сланцы и другие типы пород или их метаморфизованные эквиваленты	Высокоуглеродистые лидиты, фтаниты, фосфориты, кремнистые и глинистые сланцы, вулканиты, туфы или их метаморфизованные эквиваленты
Типоморфные минеральные новообразования	Стяжения и конкреции сульфидов, фосфатов, глауконита. Фосфатизированные остатки нектона в фанерозойских формациях	Стяжения и конкреции сульфидов, кремнезема, фосфатов	Стяжения и конкреции сульфидов	Стяжения и конкреции сульфидов, фосфатов, кремней, глауконита
Органическое вещество	В пеметаморфизованных формациях – кероген, в метаморфизованных – антраксолит, шунгит, графитит, графит			
Характерные малые элементы	U, V, Mo, P, Cu, Zn, Ag и др.		V, Cu, Pb, Zn, Ni, Mo, Cr и др.	U, V, Mo, P, Cu, Zn, Ag, Au и др.
Мощность	Метры, десятки метров			Десятки и сотни метров
Геоструктурное положение	Платформенные и миогеосинклинальные			Эвгеосинклинальные

(см. продолжение таблицы на стр. 686)

(продолжение)

Парагенезисы и особенности формаций	Формации углеродистых сланцев			
	терригенно-глинисто-углеродистые	кремнисто-углеродистые	карбонатно-углеродистые	вулканогенно-кремнисто- (карбонатно)-углеродистые
Возраст	J ₃ , O ₁ , Cm ₁ , PR, AR	N, P, Cm ₁ , D ₃ , S, C ₁₋₂ , PR ₃ , PR ₁	J ₃ , P ₃ , O ₁₋₂ , Cm ₁₋₂ , PR, AR	N, K ₂ , Cm ₁₋₂ , PR, AR
Примеры формаций и районы их распространения	Битуминозные аргиллиты ба- женской свиты Зап.-Сибир- ской плиты Диктyonемовые сланцы При- балтий Больш Швеции Углеродистые сланцы района Рам-Джанг (Австралия) Графитовые сланцы свиты Кейв, Кольский полуостров Графитовые сланцы пентреской серии Алдана	Менилитовые сланцы Карпат Формация Фосфорна (США) Черные сланцы Чаттануга (США) Сланцы формации Вудфорд (США) Углеродистые сланцы Запад- ной Европы Углеродистые сланцы Сино- Корейского щита Углеродистые сланцы Дальне- го Востока СССР	Горячие сланцы Волжско-Пе- черской области Битуминозные сланцы дома- шиха Формация Куифершфер (ФРГ и ГДР) Куферицы Астонни Шунгиты Карелии Черные сланцы района Оуто- кумпу (Финляндия) Графитовые сланцы нагорья Сангилеп (Тува) Алдана	Вулканогенно - кремнистая формация миоцена Сев. Са- халина Вулканогенно-осадочный ком- плекс южного склона верхо- него мела Большого Кавказа Углеродистые сланцы нижнего палеозоя Казахстана, Узбе- кистана, Киргизии, Китая, Дальнего Востока Шунгиты Карелии (I-III па- ки) Углеродистые сланцы Восточ- ного и Западного Саяна

Комплекс пород этого формационного типа представлен переслаивающимися высокоуглеродистыми алевролитами, аргиллитами, глинистыми сланцами или их метаморфизованными эквивалентами. Обычно осадки формации залегают на размытой поверхности подстилающих пород и являются отложениями начальных циклов трансгрессий.

Кремнисто - угле-
родистый тип фор-
маций имеет широкое распространение в отложе-
ниях как фанерозоя, так и
докембрия всех континен-
тов. Примерами фанерозойских формаций могут служить менилитовые
сланцы Карнат неогеново-
го возраста ⁽⁷⁾, углероди-
стые сланцы формации
Чаттануга миссисипского
возраста (США) ⁽⁸⁾, угле-
родистые сланцы Сино-
Корейского щита нижне-
кембрийского возраста ⁽⁹⁾,
углеродистые сланцы
нижнего протерозоя Во-
сточного Саяна ⁽¹⁰⁾ и мно-
гие другие.

Особенностью этого ти-
па формаций является ча-
стое чередование кремни-
стых и углеродисто-крем-
нистых сланцев при под-
чиненном значении угле-
родистых сланцев глини-
стого состава. Для боль-
шинства пород характерно
наличие тонокосистых
текстур, высокое содержа-
ние $C_{орг}$ от 5 до 70%, не-
большое количество тер-
ригенного материала. Для
всех пород свойственно
высокое содержание крем-
пезема и низкое — карбо-
натов.

Карбонатно-угле-
родистый тип фор-
маций. Примером неме-
таморфизованных форма-
ций фанерозоя данного

типа являются горючие сланцы широкого возрастного диапазона: горючие сланцы верхней юры Волжско-Печерского региона (⁷), битуминозные сланцы домалика карбона, кукурситы ордовика Эстонии (⁷) и др. В метаморфизованных отложениях докембрия также нередко встречаются аналогичные ассоциации углеродистых первично-глинисто-карбонатных пород, содержащих в различных количествах такие характерные минералы, как шунгит или графит. К указанной ассоциации можно отнести шунгиты Карелии (¹²), черные сланцы протерозоя района Оутокумпу (¹³), графитовые сланцы архея нагорья Сангилен (Тува) и др.

Особенностью формаций является частое чередование высокоуглеродистых сланцев с карбонатными породами — известняками и доломитами. Самым углеродистым сланцем свойственно высокое содержание органического углерода и карбонатов.

Вулканогенно-кремнисто(карбонатно)-углеродистые формации. Этот формационный тип впервые был выделен Н. С. Шатским под названием отдаленно-кремнистой формации; он весьма широко распространен в отложениях как фанерозоя, так и докембрия. Наибольшее развитие формация получила в нижнем палеозое (¹⁴). Углеродистые сланцы нижнепалеозойского возраста прослеживаются в виде протяженного пояса через Казахстан, Узбекистан, Киргизию, Китай, Монголию на Дальний Восток (⁹, ¹⁵) и др.). Среди докембрийских образований к формации этого типа можно отнести ятулийские шунгиты (I—III пачки) Карелии (¹²), углеродистые сланцы протерозоя Западного и Восточного Саяна (¹⁰) и др.

Комплекс пород формации обычно представлен переслаиванием углеродистых кремнистых (или карбонатных) сланцев, яшм, известняков, доломатов, иногда грубых кластических пород с продуктами подводного вулканизма. Характерным для формаций является наличие многих горизонтов углеродистых сланцев.

Не отрицая возможной генетической связи образования углеродистых сланцев с подводным вулканизмом, отметим, что детальное изучение палеогеографических, фациальных и геохимических условий формирования формаций показывает сложное взаимоотношение горизонтов углеродистых сланцев с вулканитами.

Выделенные типы формаций морских углеродистых сланцев свидетельствуют о том, что как в докембрии, так и в фанерозое существовали сходные условия их образования. Вместе с тем, более детальное сравнение докембрийских формаций с фанерозойскими в рамках одного формационного типа показывает определенное различие в их строении, связанное главным образом с процессами осадконакопления в условиях необратимой эволюции земной коры.

Геологический институт
Академии наук СССР
Москва

Поступило
17 VII 1975

ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. В. Сидоренко, ДАН, т. 186, № 1, 166 (1969). ² Св. А. Сидоренко, А. В. Сидоренко, Органическое вещество в осадочно-метаморфических породах докембрия, М., «Наука», 1975, стр. 115. ³ О. М. Розен, Св. А. Сидоренко, Н. А. Созинов, В кн.: Проблемы осадочной геологии докембрия, «Недра», в. 4, кн. 2, 1975. ⁴ Н. С. Шатский, В кн.: Совещание по осадочным породам, в. 2, М., Изд-во АН СССР, 1955. ⁵ Н. П. Херасков, Тектоника и формации, М., «Наука», 1967. ⁶ И. И. Плумен, Геохимия, № 11, 1362 (1971). ⁷ Формации горючих сланцев. Под ред. В. А. Катлюкова, Таллин, 1973, стр. 160. ⁸ L. C. Conant, V. E. Swanson, U. S. Geol. Surv. Prof. Paper, № 375, 91 (1964). ⁹ Н. А. Созинов, Литол. и полезн. ископ., № 1, 78 (1969). ¹⁰ Л. В. Жданова, В сб.: Вопросы геологии и геофизики Сибири, Новосибирск, 1971. ¹¹ К. Г. Веденов, В сб.: Химия земной коры, т. 11, 1964. ¹² Ю. К. Калинин, В. А. Соколов, В кн.: Проблемы осадочной геологии докембрия, в. 4, кн. 2, «Недра», 1975. ¹³ E. Peltola, On the Black Schists in the Outokumpu Region in Eastern Finland, Helsinki, 1960. ¹⁴ М. Н. Альтгаузен, Причины возникновения эпохи накопления редких металлов и фосфора в морских осадках нижнего палеозоя, Госгеолтехиздат, 1956. ¹⁵ В. Н. Холодов, Осадочный рудогенез и металлогения вапалля, «Наука», 1973, стр. 262.