

УДК 552.08:549

ЛИТОЛОГИЯ

В. Р. ВЛОДАРСКАЯ, Г. И. НОСОВ

К ВОПРОСУ ВИДОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ В ЗОНЕ КАТАГЕНЕЗА

(Представлено академиком Н. М. Страховым 1 II 1972)

Вопрос видовой устойчивости глинистых минералов в зоне катагенеза вызывает в последнее время большой интерес. Особенно усилился он после появления работ Пауэрса ⁽⁶⁾ и Берста ⁽³⁾, связывающих первичную миграцию углеводородов с видовым изменением монтмориллонита. Последнее обосновывается ими тем, что в разрезах сверху вниз наблюдается постепенный переход от монтмориллонита к гидрослюда через стадию смешаннослойных минералов ряда гидрослюда — монтмориллонит, в которых количество гидрослюдистых пакетов с увеличением глубины закономерно возрастает. Однако в их работах, во-первых, не приводится фактический материал по конкретным разрезам и, во-вторых, нет данных, свидетельствующих о изначальном составе глинистого материала, поступавшего в синхронные бассейны седиментации, и позволяющих судить о его изменениях в зоне катагенеза.

В настоящее время установлено, что различные типы глинистых минералов встречаются в осадочных толщах в большом интервале глубин, достигающих до 5 км и более. В связи с этим не безынтересно проследить, как меняется состав, в частности, смешаннослойных минералов ряда гидрослюда — монтмориллонит по мере увеличения глубины их залегания.

С этой целью нами были изучены эти минералы в отложениях нарастающего геологического возраста и глубин залегания по 5 площадям Волго-Уральской области. Исследованы образцы пород* из московского и визейского ярусов карбона Мишкинской площади, живецкого яруса девона Евсино, венда Вятской площади и среднего рифея (арланская свита) Арлана и Орьебаша (см. рис. 1). В тектоническом отношении указанные площади приурочены к различным палеоструктурным зонам (Клевцова, 1969 г.; Аронова и др., 1970 г.; Елина и др., 1970 г.). Первая из них находится на северо-восточном борту Камско-Кинельской системы прогибов, две следующие (Евсино и Вятская) расположены в пределах Вятско-Камской впадины и две последние (Арлан, Орьебаш) — в Осинско-Бирской впадине.

В литологическом отношении породы верейского горизонта среднего карбона на Мишкинской площади представлены мелководно-морскими терригенно-карбонатными образованиями — глинистыми известняками с прослоями глин и алевролитов (рис. 1). Отложения тульского и бобриковского горизонтов нижнего карбона имеют мелководно-морской и прибрежно-равнинный генезис. Тульские отложения представлены верхней карбонатной пачкой и нижней терригенной. Последняя сложена зеленовато-серыми глинами, алевролитами, песчаниками и реже известняками. Бобриковский горизонт представлен терригенными породами — песчаниками, алевролитами и глинами, которые в подошве горизонта уплотняются и переходят в аргиллиты массивные с раковистым изломом.

* Образцы были нам любезно предоставлены М. А. Алексеевой, И. Г. Гассановой и А. А. Клевцовой.

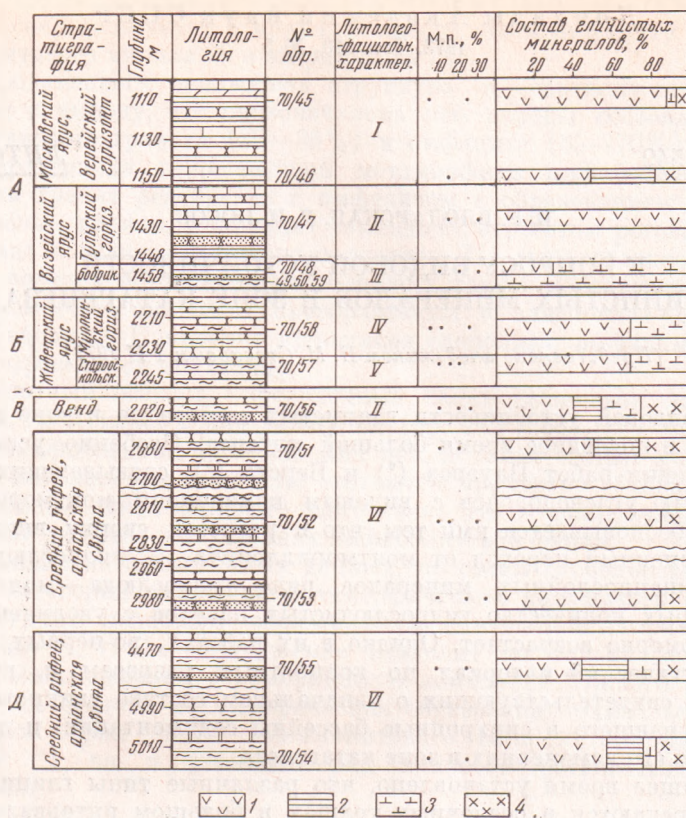


Рис. 1. Распределение глинистых минералов в палеозойских и протерозойских отложениях по отдельным интервалам схематических разрезов Мишкинское (скв. 190-А), Евсино (скв. 19-Б), Вятское (скв. 3-В), Арлан (скв. 36-Г), Орьбаш (скв. 82-Д). М.п. — количество монтмориллонитовых пакетов в смешаннослойном минерале. 1 — смешаннослойный минерал ряда гидрослюда — монтмориллонит, 2 — гидрослюда, 3 — каолинит, 4 — хлорит. I — терригенно-карбонатные мелководно-морские отложения; II — терригенные мелководно-морские отложения; III — терригенные отложения прибрежной равнины; IV — терригенные отложения прибрежной равнины, часто заливавшейся морем; V — терригенные прибрежно-морские отложения; VI — карбонатно-терригенные мелководно-морские отложения.

Стратиграфия и литолого-фациальная характеристика приводятся по данным геологов Волго-Уральского отдела института

Муллинский горизонт среднего девона на площади Евсино представлен терригенными отложениями прибрежной равнины, часто заливавшейся морем (см. рис. 1). Он выражен песчаниками, алевролитами и аргиллитами.

Отложения венда на Вятской площади являются терригенными мелководно-морскими образованиями. Они представлены песчаниками, аргиллитами и алевролитами.

Из среднего рифея изучены образцы пород арланской свиты на площадях Арлан и Орьбаш. Арланская свита представлена карбонатно-терригенными мелководно-морскими отложениями — аргиллитами с подчиненными прослоями доломитов, реже алевролитов и песчаников.

Минералого-петрографическое изучение пород, проведенное по большому количеству шлифов (Веселовская (1); Аронова и др., 1970 г.; Глина и др., 1970 г.), показывает, что в отличие от каменноугольных и девонских отложений, сохранивших в основном первично-осадочный облик, породы венда и рифея характеризуются катагенетической измененностью. Песчаные породы местами представлены кварцитовидными, слабо ожелезненными разностями; есть новообразования: в венде — альби-

та, в рифее — ортоклаза и кристаллографически правильных зерен микроклина. При сочленении зерен характерны конформные структуры, встречаются шпы и стилолитовые швы. Цемент пород в венде часто пойкилитовый, в рифее — регенерационный. Аргиллиты имеют оптически ориентированное строение. Выявленные признаки позволили М. М. Веселовской ⁽¹⁾ считать вендские отложения измененными до стадии катагенеза, а рифейские — до стадии начального метакатагенеза.

Минеральный состав тонкопелитовой ($< 0,001$ мм) фракции образцов пород изучен в институте, в лаборатории физических методов, преимущественно рентгеновской дифрактометрией. В литологическом отношении они представлены глинами, алевролитами и аргиллитами. Установлено, что в сложении глинистой фракции этих пород (по изученным образцам) принимают участие четыре глинистых минерала: смешанно-слоистый ряда гидрослюда — монтмориллонит, гидрослюда, каолинит и хлорит. Все они выделяются на дифрактограммах, снятых с ориентированных препаратов (исходного, насыщенного глицерином, прокаленного при 600° и обработанного 10% соляной кислотой), характерными для них базальными отражениями.

Анализ фактического материала (рис. 1) показывает, что наиболее распространенным породообразующим глинистым минералом является смешанно-слоистый, представленный неупорядоченным чередованием монтмориллонитовых и гидрослюдистых пакетов с резким преобладанием последних. Он фиксируется на дифрактограммах серией отражений в области малых углов при 10,06—11,47 Å различной интенсивности. После насыщения глицерином эти отражения исчезают, а появляются пики 001/002 смешанно-слоистой фазы при 9,79—9,92 Å. Характерно, что в составе тонкопелитовой фракции большинства изученных образцов обычно присутствует целая гамма смешанно-слоистых минералов, содержащих от 5 до 35% разбухающих (монтмориллонитовых) пакетов. Многие из этих минералов весьма близки к гидрослуде, так что границу между ними часто трудно провести. Три остальных минерала — гидрослюда, каолинит и хлорит — чаще всего присутствуют в виде примеси, но в отдельных прослоях гидрослюда, каолинит, а иногда и хлорит приобретают породообразующее значение.

Какой-либо закономерности в размещении глинистых минералов по разрезу и взаимозависимости их не наблюдается. Смешанно-слоистый минерал встречается во всех литологических разностях изученных пород и на любых глубинах их залегания. Рассмотрение схематических разрезов (рис. 1) показывает отсутствие последовательного уменьшения монтмориллонитовых пакетов в решетке этого минерала по мере увеличения глубины залегания пород. Содержание их по разрезу колеблется бесспорно.

Уивер ⁽⁴⁾, ссылаясь на Пауэрса и Берста ^(5, 6), пишет, что, по-видимому, по мере погружения осадков постепенно возрастает количество (структурно) уплотнившихся слоев до тех пор пока не исчезнет примерно 70% монтмориллонитовых слоев; обычно это происходит на глубине 3660—4270 м, но, возможно, и на меньших глубинах. Из наших материалов (рис. 1) видно, что такого последовательного сокращения количества разбухающих пакетов в решетке смешанно-слоистых минералов с глубиной не наблюдается. На относительно небольших глубинах, порядка 1000—2200 м, в отложениях карбона и девона содержание их составляет 5—25%. Ниже по разрезу, в породах рифея, на глубине порядка 3000 м, количество их возрастает до 30—35%, а на глубине 4500—5000 м остается на уровне 25%.

Кроме того, присутствие гидрослуды (которая в ряду монтмориллонит — смешанно-слоистый минерал — гидрослюда является конечным членом катагенетического преобразования монтмориллонита) не связано с количественным содержанием смешанно-слоистого минерала. Размеще-

ние их по разрезу не зависит друг от друга, и наличие гидрослюды не обусловлено постепенным сокращением разбухающих пакетов в решетке смешаннослойного минерала. Так, на глубине 1150 м в тонкопелитовой фракции глины среднего карбона гидрослюда содержится 35%, а количество монтмориллонитовых пакетов в смешаннослойном минерале, который присутствует одновременно с гидрослюдой, составляет 15%. На глубине 1430 м, в алеволитах нижнего карбона, гидрослюда отсутствует, а разбухающие пакеты в смешаннослойном минерале возрастают до 30%. Еще ниже по разрезу гидрослюда также то отсутствует, то появляется в тонкопелитовой фракции изученных образцов, но увеличения ее количества свыше 25% по мере возрастания глубины залегания пород не наблюдается, так же как не наблюдается и закономерного уменьшения монтмориллонитовых пакетов в смешаннослойном минерале.

Таким образом, приведенный материал показывает, что породы в целом при движении вниз по разрезу значительно меняются. Если в карбоне и девоне они в основном сохраняют первично-осадочный облик, то в венде и рифее отложения значительно катагенетически изменены. При этом глинистые образования оказываются мало измененными. Глинистые породы вниз по разрезу постепенно уплотняются и переходят в аргиллиты оптически ориентированного строения. Глинистые же минералы этих пород, в частности смешаннослойный гидрослюдисто-монтмориллонитового ряда, оказываются значительно устойчивыми. Рис. 1 показывает, что при движении вниз по разрезу тенденции к постепенному уменьшению разбухающих пакетов в решетке этого минерала не наблюдается. Как в верхней части разреза, так и в нижней в тонкопелитовой фракции изученных пород присутствует серия смешаннослойных минералов, в решетке которых количество разбухающих пакетов колеблется (в среднем): в карбоне от 5 до 25%, в рифее от 10 до 25%. Видимо, правомерно сделать вывод, что на больших глубинах зоны катагенеза смешаннослойные минералы все еще сохраняют свою устойчивость.

Необходимо, однако, отметить, что наряду с видовой устойчивостью в структуре этих минералов по мере погружения включающих их пород происходят более тонкие изменения, не отражающиеся на их видовой принадлежности. В частности, на дифрактограммах образцов с глубины 4480—5000 м наблюдается увеличение четкости рентгеновских отражений смешаннослойных минералов, что свидетельствует о возрастании упорядоченности их структуры. Последнее было ранее замечено и Уивером⁽¹⁾.

Вероятно, по мере погружения осадочных толщ в недра Земли строение глинистых пород оптически ориентируется, а глинистые минералы структурно упорядочиваются. При этом не исключена возможность возникновения трансформированных минералов, которые по А. Г. Коссовской (1966 г.) характеризуются изоморфными и полиморфными изменениями при сохранении их минеральной принадлежности.

Приведенный нами материал дает представление о характере смешаннослойных минералов гидрослюдисто-монтмориллонитового ряда на значительных глубинах зоны катагенеза.

Всесоюзный научно-исследовательский
геологоразведочный нефтяной институт
Москва

Поступило
17 I 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. М. Веселовская, Тр. Всесоюз. н.-и. геол.-разв. нефт. инст., в. 74 (1969).
² А. Г. Коссовская, Сборн. Физические методы исследований минералов осадочных пород, «Наука», 1966. ³ Нефтегазоносные и перспективные комплексы центральных и восточных областей Русской платформы, Тр. Всесоюз. н.-и. геол.-разв. нефт. инст., 1, в. 74 (1969); 2, в. 75; 3, в. 76 (1970). ⁴ Ч. Е. Уивер, Сборн. Основные аспекты геохимии нефти, М., 1970. ⁵ J. F. Burst, Am. Assoc. of Petrol. Geol. Bull., 53, № 1 (1969). ⁶ M. C. Powers, Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 51, № 7 (1967).