

ПЕТРОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ ОТЛОЖЕНИЙ СВИТЫ ДАУИ,
РАЙОН СЕБАИА, ЕГИПЕТ

М. В. Абдель Мугхни

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 1 марта 2009 г.

Аннотация. Основными породами свиты Дауи в районе исследований являются глинистые, карбонатные и фосфоритовые, которые изучены литологическими методами (микроскоп и рентгенография). Карбонатные фации представлены детрито-микритовыми, биомикрокристаллическими и микритовыми известняками. Фосфатные породы состоят из зерен коллофана, фосфатизированных костей и осколков зубов, небольших количеств кварца, глауконита и обломков раковин. Цемент в фосфоритах может быть различным: фосфатным, карбонатным, железистым, гипсовым, кварцевым. Глинистые породы свиты Дауи представлены тонкослоистыми монтмориллонитом и каолинитом с образованиями гипса. Формирование свиты Дауи происходило в различных фаціальных условиях на трансгрессивном этапе. Содержание монтмориллонита отражает условия сильно щелочной морской среды. Фосфориты, распространенные неповсеместно, и устричный известняк, развитый на банках, свидетельствуют о прибрежно-морской среде и сложной палеогеоморфологии дна морского бассейна. Наличие мергеля или глинистых карбонатов в отложениях свиты Дауи отражает неглубокие морские обстановки со спокойной гидродинамикой морской среды и ограниченный привнос терригенного материала.

Ключевые слова: Дауи, фосфорит, Себаиа, петрография.

Abstract. Duwi Formation composed of shales, phosphates and carbonates which are examined microscopically. Carbonate sediments represented by foraminiferal biosparite, biosparite and micrite microfacies. Phosphate rocks composed of collophane grains, shell fragments and shark teeth with small quantities of quartz and glauconite. Cement materials in the phosphates are carbonates, silicates, gypsum and collophanes. Shales of the Duwi composed of montmorillonite and kaolinite. From the given data can be concluded that, Duwi Formation deposited during transgressive stage in quite shallow marine environments characterized by weak turbidity currents.

Key words: Duwi, phosphate, Sibaiya, petrography.

Верхнемеловая свита Дауи и ее аналоги развиты в Египте и представлены широко распространенными мелководными морскими отложениями, западно-восточного простирания. Свита сложена карбонатными, глинистыми и фосфатными образованиями. Фосфатноносные осадки Египта образовались в Тетическом бассейне в позднемеловую эпоху, являются частью фосфатной провинции, включающей территории Северной Африки, Ближнего Востока. Район Себаиа расположен между долготой 32° 35' и 33° в.д., и 25° 5' и 25° 15' с.ш. Он занимает обширные площади около 200 км² вдоль восточного берега долины Нила (см. далее рис. 1).

В Египте известно три фосфоритовых месторождения: Сафага, Сибайа и Абу Тартур.

Стратиграфическое положение. Фосфоритовые отложения прослеживаются в обнажениях от Вадям Кены на севере до Идфу на юге по обе стороны долины Нила. Возраст осадочных пород района Сибайа от верхнемелового (коньякского-сантонского) до эоцена. Снизу вверх разрез представлен: песчаниками свиты Нубия (сеноманский), сланцами свиты Куссера (коньякский – сантонский ярусы), известняками, глинами и фосфоритами свиты Дауи (кампанский ярус), глинистыми сланцами свиты Дахла (маастрихтский ярус – палеоцен), мелами свиты Тарауан (палеоцен), сланцами свиты Исна (палеоцен – ранний эоцен), известняками свиты Фивы (ранний эоцен) [2].

Отложения свиты Дауи в изученном районе согласно залегают на глинистых сланцах Куссера. Нижняя граница свиты Дауи определяется по появлению фосфорита. В состав Дауи свиты входят фосфориты, кремнистые породы, мергель, глины и очень устойчивый к выветриванию устричный известняк, бронирующий от выветривания лежащие ниже отложения свиты.

Фосфориты свиты Дауи накапливались до трех слоев: А, В, С. Обычно промышленными бывают первые два. Экономически значимые слои имеют наибольшие мощности и высокие содержания фосфата, которые изменяются по площади. Слой А может достигать мощности 3 м, В – 1,3 м, С – 30 см. Слой С всегда содержит примесь кварца и обломки раковин устриц (см. далее рис. 2). Содержание P_2O_5 в фосфоритах в среднем колеблется от 23 до 31 %.

Основными породами свиты Дауи в районе исследований являются карбонатные и фосфоритовые, которые изучены микроскопическими методами.

Карбонатные породы. Классификация и номенклатура этих карбонатных пород основывается на классификации Р. Л. Фулка и Р. Ж. Донхама [3; 4], которая принята нами. Под микроскопом исследовались три типа карбонатных пород, устричные известняки не изучались.

1. **Детрито-микритовый известняк.** Исследован в рассматриваемой свите в разрезе горы Оуеине. Порода неслоистая, желтоватого цвета, детрито-микрозернистой структуры (см. далее рис. 3А). Известняк состоит из микрокристаллического кальцита, детрита пеллеципод и остатков планктонных фораминифер. В шлифах отмечается неясно выраженная слоистость, определяемая по ориентировке детрита. Биоморфные остатки составляют около 40–45 % породы. Пространство между органическими остатками заполнено микрокристаллическим кальцитом. Отмечаются редкие зерна фосфата коричневого цвета.

2. **Биомикрокристаллический известняк.** Этот тип, изученный в разрезе области Манасеке,

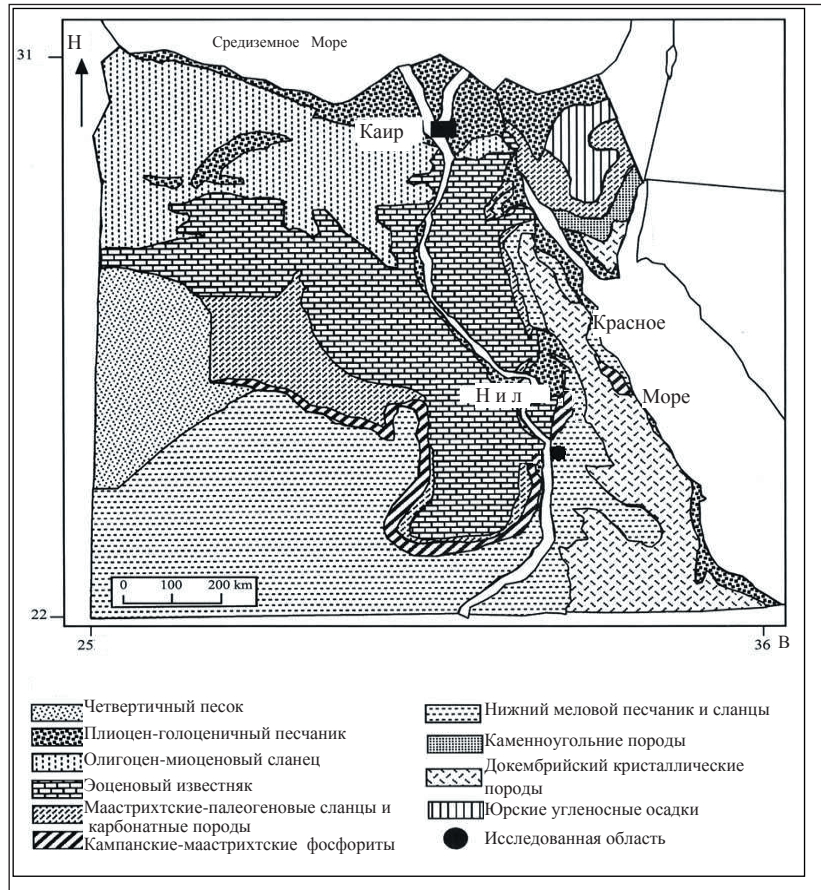


Рис. 1. Геологическая карта исследованной области [1]

имеет тонкозернистую структуру и состоит из микрокристаллического кальцита по органическим остаткам (рис. 3Б), представленным планктонными фораминиферами (около 75 %). Изредка наблюдаются зерна кварца различной размерности – от мелко- до крупнозернистой.

3. **Микритовый известняк (mudstone)** наблюдается в разрезе области Гадеды. Он состоит из микритической матрицы (рис. 3В) с небольшим количеством раковин планктонных фораминифер (около 5 %). Последние выполнены микрозернистым кальцитом. Редко встречаются мелкие зерна кварца и фосфорита. Отмечаются фрагменты фосфатизированных костей и участки слабо окрашенного известняка оксидами железа. Иногда встречаются раковины фораминифер хорошей сохранности.

Фосфориты. Петрография фосфоритов изученного района была рассмотрена во многих публикациях [5; 6]. По этим работам и нашим данным, фосфатные породы состоят из зерен коллофана, фосфатизированных костей и осколков зубов, небольших количеств кварца, глауконита, обломков раковин. Цемент в фосфоритах может быть различ-

| Группа | Система | Отдел | Ярус | Свита | Мощность, м | Литологическая колонка | |
|----------|--------------|----------|----------------------------|---------|-------------|------------------------|---|
| Кайнозой | палеогеновая | Эоцен | ипрекский-югетский | Фива | 10 | | Белый нуммулитовый известняк |
| | | | танетский-ипрекский | Исна | 30-45 | | Бледно-зеленый, желтый до коричневого глинистый сланец с небольшим содержанием гипса, нижняя часть карбонатная |
| | | Палеоцен | зеландский | Тарауан | 11 | | Известняк, желтый до белого, твердый |
| | | | датский | Дахла | 35 | | Переслаивающиеся пестроцветные сланцы, красные, черные до серых, гипс и глауконит содержащие |
| Мезозой | меловая | Верхний | кампанский – маастрихтский | Дауи | 12 | | Фосфориты от рыхлых до консолидированных; сланцы светло-серые, желто-коричневые, тонкоплитчатые; кремнистые массивные породы, черные, темно-серые до коричневых; мергель белый до желтого, мелкозернистый, плотный; известняки серые и желтовато-серые, мелкозерные, массивные; фосфатный устричный известняк |
| | | | коньяский – сантонский | Куссер | 27 | | Алевритовые песчаники, рыхлые до массивных, мелкозерные, желтые до красных, косослоистые. Количество алеврита и пелита постепенно увеличится вверх по разрезу, нижняя граница необнажена |



Рис. 2. Лито-стратиграфическое строение изученной области: 1 – песчаник; 2 – алеврит; 3 – фосфорит; 4 – сланец; 5 – известняк

ным: фосфатным, карбонатным, железистым, гипсовым, кварцевым.

Коллофан является основным компонентом фосфорита. При изучении в шлифах устанавливаются песчаная, органогенно-песчаная, оолитовая текстуры фосфоритов. Большая часть зерен фосфата различного размера (могут отличаться на порядок – от 0,06 до 2 мм) представляет разнозернистые образования округлой сферической и удлиненной форм (пеллеты), а также оолиты (см. далее рис. 4А). Для последних характерно концентрическое строение, нередко с зародышем в центральной части. Он обычно коллофановый, но может содержать включения других минералов, чаще всего кварца. Зерен фосфата неправильной формы мало.

Цвет коллофана меняется от желтого до серо-коричневого и коричневого. При этом зерна размером меньше 1 мм коричнево-желтые, более 2 мм – коричневые. Коричневый цвет обусловлен пигментацией оксидами железа. Изредка в крупных зернах содержатся мелкие включения кварца и небольшие по размерам глобулы коллофана (рис. 4Б), что свидетельствует о многостадийном образовании фосфоритов. Кроме того, отмечаются фосфатизированные створки устриц (рис. 4В) и их обломки различного размера. Они обычно имеют слоистое внутреннее строение.

Фрагменты костей и зубов. В фосфоритах часто встречаются фосфатизированные макро- и микроскопические остатки фрагментов костей и

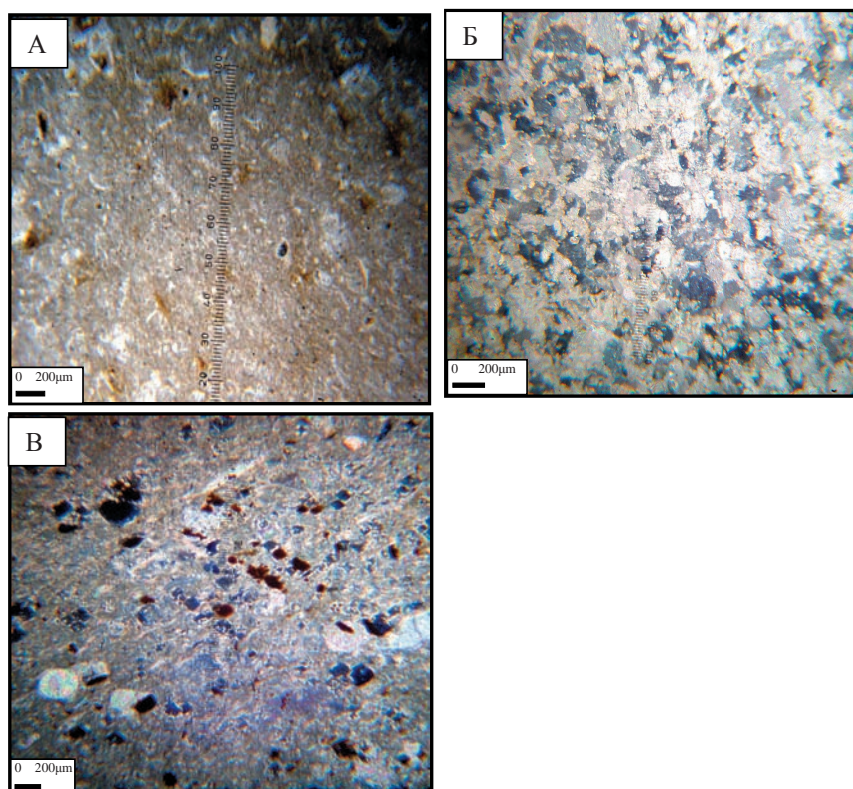


Рис. 3. Фото шлифов известняка

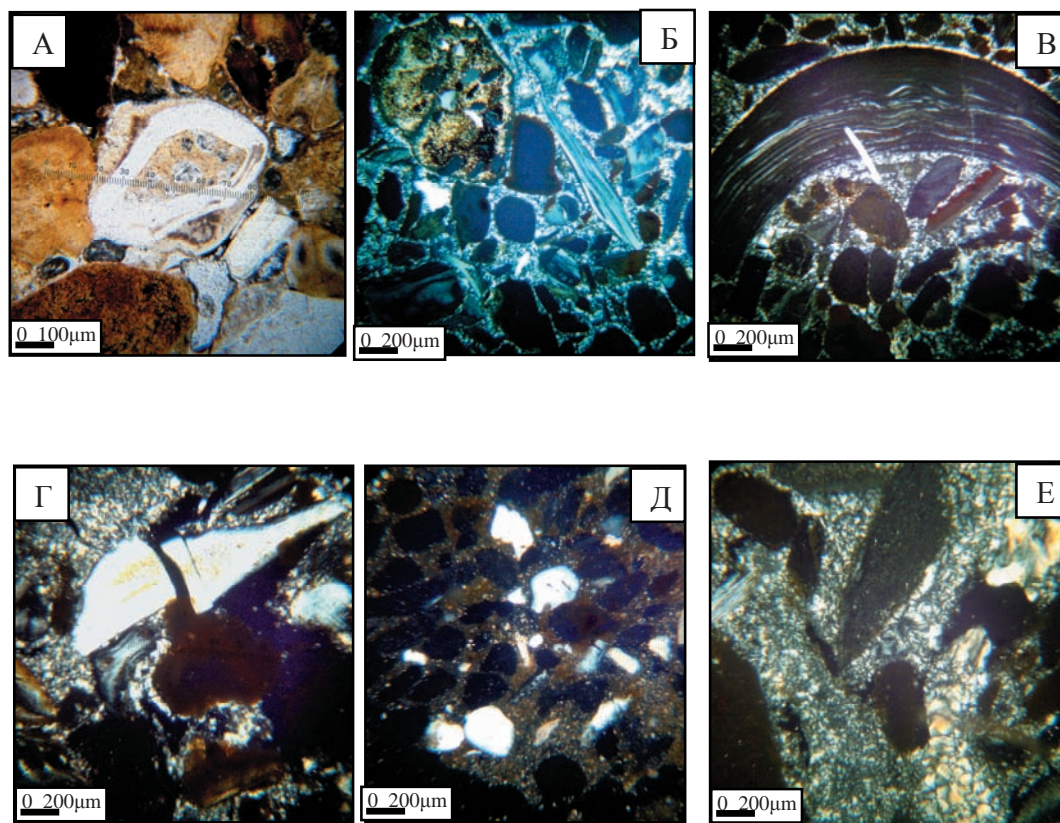


Рис. 4. Фото шлифов фосфоритов

зубов коричневатой-желтой и желтой окраски. Фрагментные кости угловатые, удлиненные (рис. 4Г), реже округлые, имеют различные размеры, от долей миллиметра до первых сантиметров. Небольшое количество костных фрагментов может быть замещено кремнеземом или оксидом железа. Облики зубов нередко имеют призматический облик.

Цементация фосфоритов. Все исследованные фосфориты представлены сцементированными разновидностями, однако отличаются по типам и составу цемента, иногда даже в пределах одного образца. В зависимости от стадии образования фосфорита и наложенных эпигенетических процессов наблюдаются поровый (см. рис. 4А), пленочный (см. рис. 4Б, В), крустификационный (см. рис. 4Г, Е), базальный (см. рис. 4Д). По составу цемент

может быть фосфатным (см. рис. 4А, Д), гипсовым (см. рис. 4Б, В, Г), кварцевым (см. рис. 4Е), карбонатным.

Нефосфатные минералы представлены терригенными зернами кварца, обычно в непромышленных слоях (рис. 4Д), карбонатными скорлупками раковин, глауконитом, гипсом и оксидами железа. Вообще кварцевые зерна и нефосфатные компоненты переводят к снижению содержания P_2O_5 в породе.

По XRD данным, полученным для образцов фосфата, определено наличие франколита (рис. 5), основного минерала. Вместе с тем может присутствовать и даллит. По Бхатнагару [7], основные рефлексы и их интенсивность для франколита и даллита схожи.

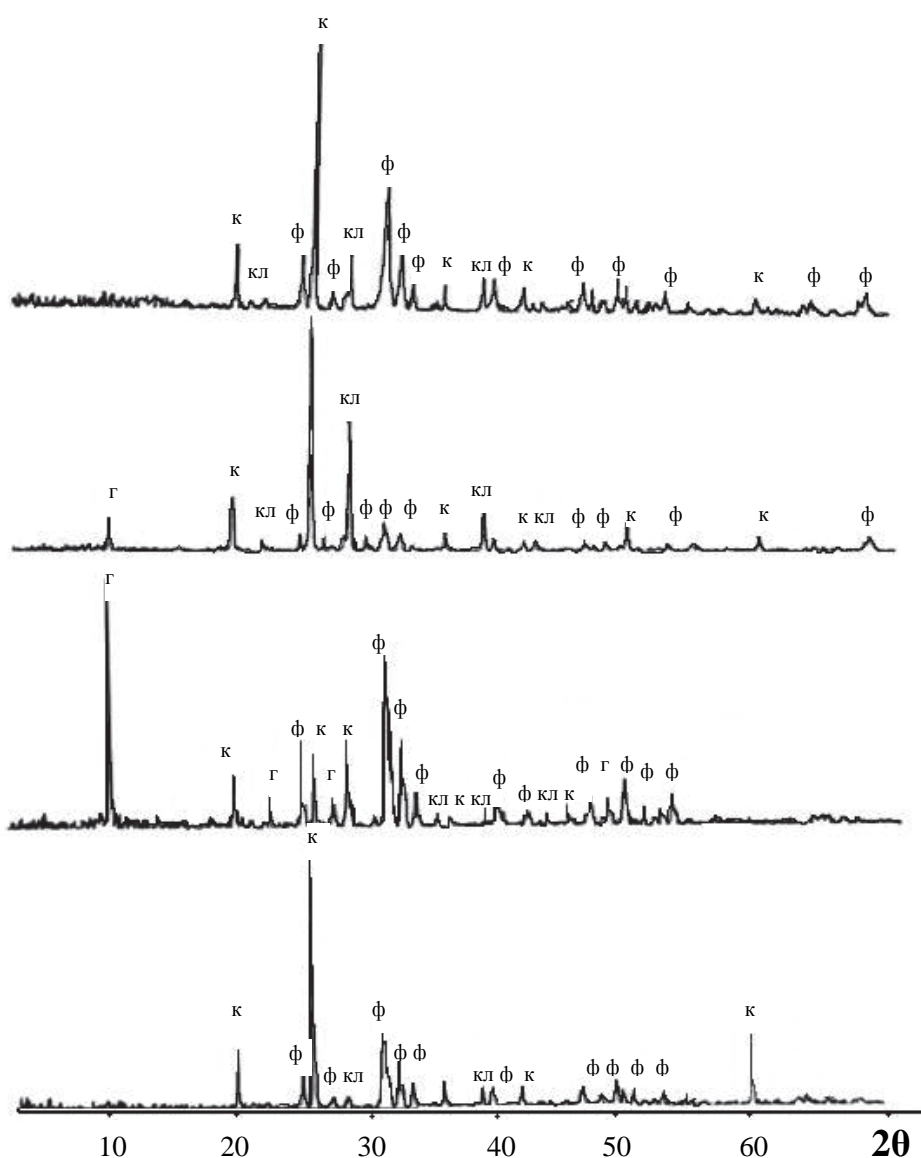


Рис. 5. XRD анализы фосфатов образцов свиты Дауи: к – кварц; ф – франколит; кл – кальцит; г – гипс

Нефосфатные минералы изученных фосфоритов представлены кальцитом, гипсом, кварцем и доломитом. Первые два встречаются в качестве цемента. Кристаллы гипса отличаются слоистым или волокнистым строением и выполняют поры между зернами коллофана. Среди последних часто встречается кварц. Доломит определяется изредка, в частности в образцах фосфоритов Эль Гидиды (слой В).

Немногие зерна были выделены и изучены с помощью SEM EDX. Они представляют собой гематит, гранат, барит в франколите (рис. 6).

Глинистые породы. Глинистые сланцы свиты Дауи представлены алевритовыми разностями, тонкослоистыми и расщепляющимися, с образова-

ниями гипса. Их цвет светло-серый, желтый и коричневоый.

Определение минерального состава глинистых сланцев проводилось с помощью рентгеноструктурного анализа на представительных пробах для выявления различных глинистых и неглинистых минералов. Анализы выполнены в лаборатории администрации ядерных материалов, Катта-миа, Каир, Египет. Основная часть образцов были отсканированы с 5 по 60 2 θ (слой В). XRD анализы образцов глинистых сланцев показали, что глинистые минералы представлены монтмориллонитом и каолинитом, причем первый резко преобладает.

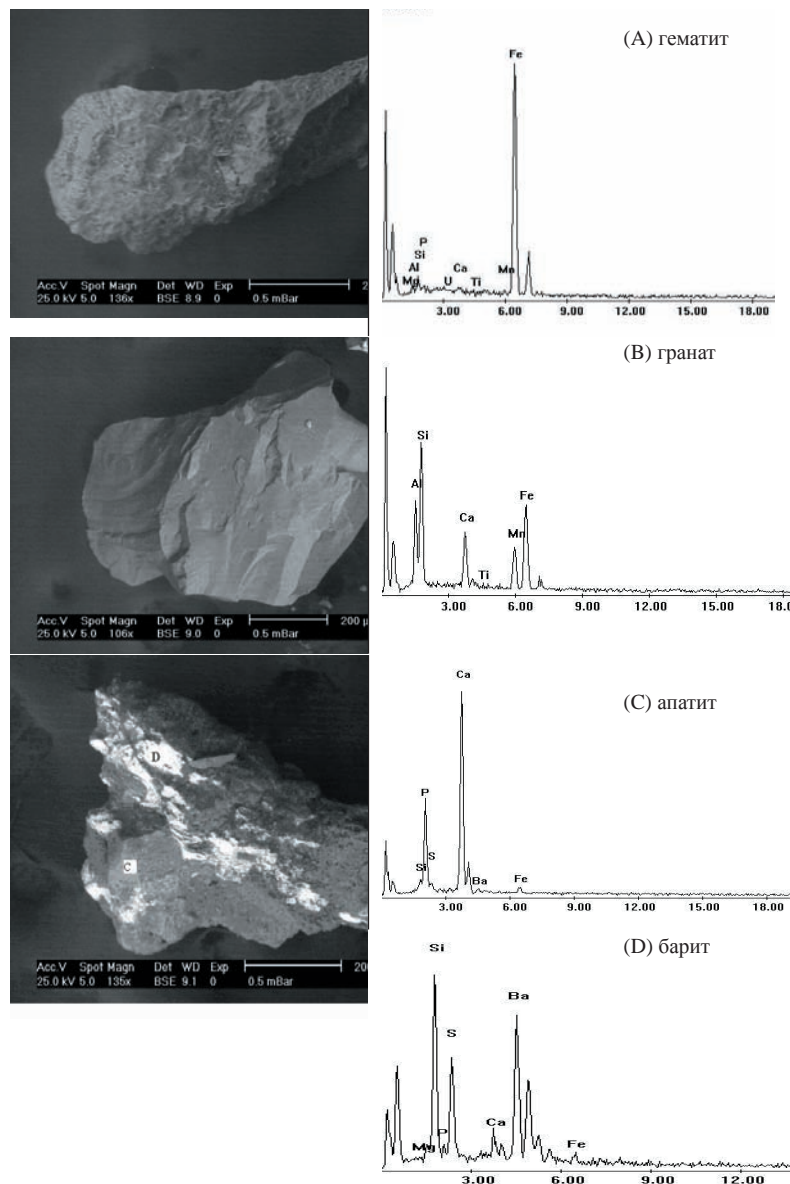


Рис. 6. Обратные-рассеянные электронные снимки аксессуарных минеральных зерен из фосфоритов: гематит (А); гранат (В); апатит (С); барит (D)

Монтмориллонит является основным глинистым минералом сланцев и присутствует в количестве около 81,5 % от общего содержания глинистых минералов. Судя по дифрактограммам, имеется монтмориллонит с базальным отражением 12 Å, соответствующий Na – монтмориллониту с одной молекулой H₂O (рис. 7, верх-

няя дифрактограмма) и 14 Å монтмориллонит Са-монтмориллонит с двумя молекулами H₂O (остальные дифрактограммы на рис. 7) [8]. В. Д. Келлер [9] написал о том, что монтмориллонит характерен для горизонтов В и С почвы, где отмечаются повышенные содержания катионов Na⁺ и Ca²⁺.

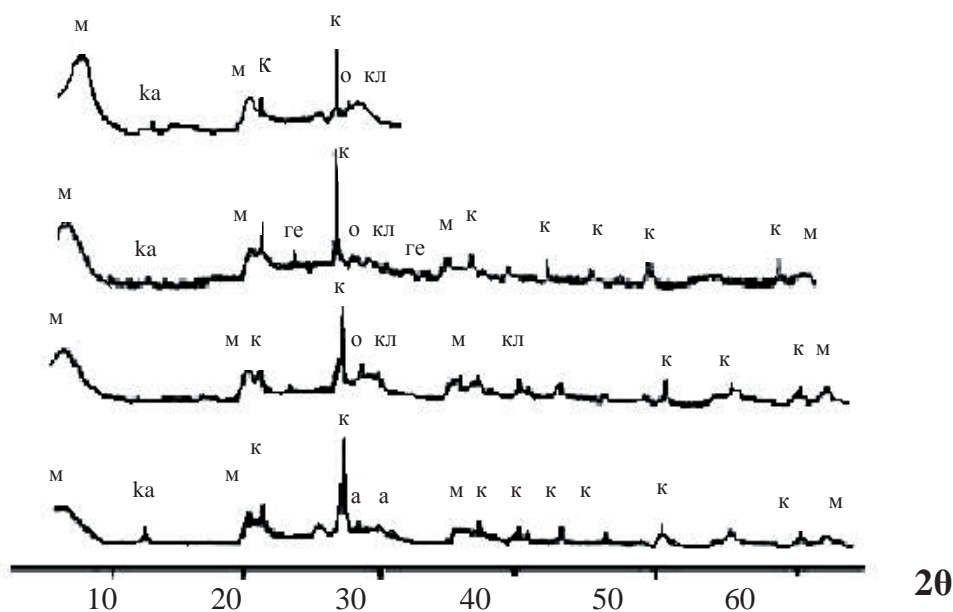


Рис. 7. XRD анализы глинистых сланцев: м – монтмориллонит; ka – каолинит; о – ортоклаз; кл – кальцит; к – кварц; ге – гематит; а – альбит

Формирование монтмориллонита требует наличия Ca²⁺, Fe²⁺, Na⁺, K и удержание кремнезема [10]. Такие условия характерны для осадочных бассейнов с Ph более 7, где могут формироваться монтмориллонит, карбонаты и фосфаты. Следовательно, монтмориллонит – типичный показатель морской среды при ограниченном его поступлении из почв.

Каолинит присутствует в глинистых отложениях в количестве около 18,5 % от содержания глинистых минералов. Каолинит является продуктом выветривания, и при его образовании удаляются Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ и Fe²⁺ в окислительных условиях с Ph ниже 7. А поскольку каолинит является продуктом континентального выветривания, то его наличие в морских отложениях объясняется сносом с континента при размыве кор на различных породах, содержащих вулканический пепел [11].

Другие минералы глинистых сланцев представлены кварцем, полевым шпатом и гематитом (см. рис. 7).

Выводы. Отложения свиты Дауи изучаются давно, поскольку они содержат фосфоритовые слои, имеющие промышленное значение. Породы этой свиты осаждались вдоль шельфа [5]. Юсеф [12] и Каммар [13] считают, что египетские фосфаты формировались в мелководных морских условиях, в зоне действия морских волн. Самуэль [14] установил, что условия осаждения фосфоритных сланцев происходило в более мелководных условиях, чем самих фосфоритов. Солиман и Амир [15] пришли к выводу, что фосфаты были осаждены в мелководных морских средах, аномально обогативших фосфорит с помощью химических и биохимических процессов. Климатические условия были примерно сухие, теплые, редуцирование.

Филлобос [16] предположил формирование пород свиты Дауи во время трансгрессивного этапа в кампанском ярусе. Фосфат был осажден в мелководных морских условиях, а устричные банки образованы на поднятиях. Экономически рентабельные фосфаты с черными сланцами развиты в ограниченных областях.

Таким образом, можно заключить, что формирование свиты Дауи происходило в различных фациальных условиях на трансгрессивном этапе. Сланцы содержат большое количество монтмориллонита, который отражает условия сильно щелочной морской среды. Фосфориты, распространенные повсеместно, и устричный известняк, развитый

на банках, указывают на мелководность морской среды и сложную палеогеоморфологию дна морского бассейна. Наличие мергеля или глинистых карбонатов в отложениях свиты Дауи свидетельствует о неглубоких морских обстановках со спокойной гидродинамикой и ограниченном привносе терригенного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Spanderashvilli G. I. The Egyptian phosphorites / G. I. Spanderashvilli, M. Mansour // Studies on Some Mineral Deposits of Egypt. – Egypt, 1970. – P. 89–106.
2. El Naggar Z. R. Stratigraphy and planktonic foraminifer of the Upper Cretaceous – Lower Tertiary succession in the Esna – Idfu region, Nile valley, Egypt, U.A.R. / Z. R. El Naggar // Br. Mus. Nat. Hist. – Great Britain, 1966. – № 2. – P. 1 – 291.
3. Folk R. L. Spectral subdivision of limestone types / R. L. Folk // Classification of carbonate rock rocks. – AAPG, USA, 1962. – № 1. – P. 62–84.
4. Dunham R. J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture / R. J. Dunham // Classification of carbonate rocks. – AAPG, USA, 1962. – № 1. – P. 108–121.
5. Philobos E. R. Geology of the phosphate of the Nile Valley: Ph. D. Thesis, Assiut Univ. / E. R. Philobos. – Egypt, 1969. – 240 p.
6. Sharafeldine A. A. Some geological aspects of the Egyptian phosphorites : Ph. D. Thesis. Ain Shams Univ. / A. A. Sharafeldine. – Egypt, 1999. – 293 p.
7. Bhatnagar V. M. Infrared spectra of hydroxyapatite and fluorapatite / V. M. Bhatnagar // Soc. Chim. Spec. Iss. – France, 1968. – P. 1771–1773.
8. Thorez J. Practical identification of clay minerals / J. Thorez. – Lelotte, Belgium, 1976. – 90 p.
9. Keller W. D. Clay minerals as influenced by

environments of their formation / W. D. Keller // AAPG. – USA, 1956. – V. 40. – P. 2689 – 2710.

10. Keller W. D. Environmental aspects of clay minerals / W. D. Keller // Jour. Sed. Petrology. – 1970. – V. 40. – P. 788–813.

11. Millot G. Geology of clays / G. Millot. – Berlin : N. Y. Springer, 1970. – 429 p.

12. Youssef M. I. Stratigraphy of Gabel Oweina section near Esna, Upper Egypt / M. I. Youssef // Bull Inst Desert Egypt. – Cairo, 1954. – V. 4, № 2. – P. 83–93.

13. Kammar A. M. Comparative mineralogical and geochemical study of some Egyptian phosphorites from Nile Valley, Qusseir area and Kharga oasis : Ph.D. Thesis, Cairo Univ. / A. M. Kammar. – Egypt, 1974. – 425 p.

14. Samuel M. O. Correlative study of Cretaceous Sediments near Idfu and their Bearing on Phosphate Deposits / M. O. Samuel, K. H. Amer, N. N. Yanni // Bull. N.R.G. – Egypt, 1979. – V. 4. – P. 103–109.

15. Soliman S. M. Petrology of the phosphorite deposits, Qusseir area, Egypt / S. M. Soliman, K. M. Amer // Arab. Miner. Pet Assoc. Trans. Cairo. – Egypt, 1972. – V. 27, № 1. – P. 19–48.

16. Philobos E. R. The phosphatic sediments of the Nile Valley and Eastern Desert of Egypt in view of the U. Cretaceous- L. Tertiary sedimentation tectonics / E. R. Philobos // Geol. Soc. Egypt. – Egypt, 1996. – V. 2. – P. 313–353.

М. В. М. Абдель Мухни, аспирант кафедры исторической геологии и палеонтологии геологического факультета Воронежского государственного университета; e-mail: m_wageeh@yahoo.com and mwageeh1@gmail.com

M. W. M. Abdel-Moghny, Post-Graduate Student, Chair of Historical Geology and Paleontology, Faculty of Geology, Voronezh State University; e-mail: m_wageeh@yahoo.com and mwageeh1@gmail.com