

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 551.352.3(470.324)
ГРНТИ 38.15.03

К ВОПРОСУ О ГЕНЕЗИСЕ ГЛАУКОНИТА В ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

Дмитриев Дмитрий Анатольевич
доцент кафедры исторической геологии и палеонтологии,
кандидат геолого-минералогических наук.
Воронежский государственный университет.

Жабин Александр Васильевич
доцент кафедры общей геологии и геодинамики,
кандидат геолого-минералогических наук.
Воронежский государственный университет.

REVISITING THE GENESIS OF GLAUCONITE IN SEDIMENTARY DEPOSITS OF VORONEZH AREA ANTECLISE

Dmitriev D. A.
Associate professor of the Historical Geology and Paleontology Department,
Candidate of Geological and Mineralogical Sciences.
Voronezh State University.

Zhabin A. V.
Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,
Associate Professor of the General Geology and Geodynamics Department.
Voronezh State University.

АННОТАЦИЯ

Исследования глауконитов, в фанерозойских отложениях Воронежской антеклизы, на основании прецизионных методов позволяют сделать выводы об увеличении их роли в мезозойско-палеогеновое время, различном минеральном составе, морфологических особенностях и генезисе. Генезис глауконитовых сферолитов связан с процессами преобразования силикатных обломков и копролитов при деструкционно-эпитаксиальном преобразовании твёрдых тел. На такой способ их образования указывает внутренняя микроструктура и внешние морфологические особенности сферолитов. Химический и минеральный составы в большей степени зависят от возраста вмещающих пород, pH среды, наличия железа и соотношения кальция и калия в морской осадке. Форма глауконитовых сферолитов зависит от морфологических особенностей преобразующегося первичного неоднородного материала.

ABSTRACT

Studies of glauconites in Phanerozoic deposits of the Voronezh area antecline based on precision methods allow us to draw conclusions about their increasing role in the Mesozoic-Paleogene time, different mineral composition, morphological features and genesis. The genesis of glauconite spherulites is associated with the processes of transformation of silicate fragments and coprolites during destruction-epitaxial transformation of solids. An internal microstructure and external morphological features of spherulites indicate this way of their formation. The chemical and mineral compositions are more dependent on the age of the host rocks, the pH medium, the presence of iron, and the ratio of calcium and potassium in the marine sediment. The form of glauconite spherulites depends on the morphological features of the transformed primary heterogeneous material.

Ключевые слова: глауконит, сферолит, генезис, минеральный состав.

Keywords: glauconite, spherulite, genesis, mineral composition.

Введение

Средние содержания глауконитовых сферолитов в отложениях Воронежской антеклизы находятся на уровне 10-15%. В породах девонского возраста они встречаются в виде одиночных зёрен, в незначительных количествах распространены пластинчатые разновидности. В нижнем меле и сеномане их число в песках и алевритах возрастает до 15%, иногда до 20%.

Наибольшие содержания, до 30%, отмечаются в верхнем эоцене [18].

Обладая значительным адсорбционным потенциалом, глауконитовые сферолиты могут использоваться в различных отраслях промышленности и сельскохозяйственного производства, для очистки газовых выбросов и сточных вод предприятий. При содержании в них двуокиси калия (до 10%) и пятиокиси фосфора (до нескольких процентов), появляется

возможность применять глауконитовые концентраты в качестве естественного минерального удобрения.

Материал

В основу работы легли результаты аналитических исследований двухсот девяти проб, содержащие глауконитовые образования. Исходя из частоты встречаемости пород, в которых можно выделить достаточное количество глауконитов для исследований, различна и степень изученности этих минеральных образований в отложениях стратиграфических подразделений региона. Наименьшая таковая в палеозое, наибольшая – в палеогене. Тем не менее, выявленные нами текстурные особенности внутреннего строения глауконитов, распределения различного их минерального и химического составов по разрезам и простирацию вмещающих пород позволяют достаточно уверенно утверждать - генезис данного минерального вида связан со многими факторами.

Методика

Для получения значительных количеств глауконитовых образований, необходимых для проведения аналитических исследований, отбирались пробы весом один килограмм. После отмучивания фракция более 0,01 мм взвешивалась и расситовывалась на ситах 0,1 мм и 0,25 мм. Затем из фракций менее 0,1 мм, 0,1 – 0,25 мм и более 0,25 мм на электромагнитном сепараторе СИМ–1 отделялись глаукониты. Для чистоты исследований вручную, под биноклем отбирались глауконитовые образования с одновременным разделением их, как на собственно сферолиты, так и на обломки различных силицитов, в том или ином количестве, содержащих глауконитовые включения. Полученные концентраты исследовались, как под оптическим микроскопом, так и рентгеноструктурным, электронномикроскопическим и рентгеноспектральными методами.

Так как значения рефлексов hk у всех слоистых глинистых минералов, в том числе и у глауконита, близки и часто совпадают, то для их идентификации применяется метод анализа с использованием ориентированных препаратов. Рентгеноструктурные исследования проводились на дифрактометре ARLX TRA.

Электронномикроскопические изображения внешней поверхности глауконитов мало что дают для понимания строения этих минеральных образований. Поэтому глауконитовые зерна, нанесённые на клейкую ленту, разламывались под биноклем, открывая их внутреннее устройство. После напыления полученного препарата золотом, производилась съёмка на приборе Jeol – 6380-LV.

Рентгеноспектральный анализ для определения химического состава глауконита проводился с помощью приставки JNCA-250, установленной на приборе Jeol – 6380LV. Исследования этим методом проводились, во-первых, для получения среднего химического состава глауконитовых зёрен, так и для изучения различных включений, морфологически

отличающихся от общей массы чешуек глауконита, во-вторых. В первом случае глауконитовая суспензия наносилась на поверхность подложки. После высыхания и напыления углеродом производились определения. Во втором, изучалась внутренняя поверхность, получаемая при разламывании зёрен. При замещении глауконитом силикатных обломков, нас, прежде всего, интересовала граница их раздела.

Микроэлементный состав глауконитов определялся методом индуктивно-связанной плазмы квадрупольным масс-спектрометром (PLASMA QUAD PQ2+TURBO).

Результаты и их обсуждение

Глауконитосодержащие отложения распространены, в основном, в южной части Воронежской антеклизы. Они представлены алевро-песчаными породами глауконито-кварцевого состава, в различной степени глинистыми. Наряду с песками и алевритами исследовались и глины, содержащие глаукониты. Формы последних разнообразны. Но, пожалуй, наиболее распространены гроздевидные и округлые разности. Так называемые трещины синерезиса характерны только для гроздевидных сферолитов глауконита. Нередки, особенно во фракции менее 0,01 мм, слабо окатанные зёрна обломочного вида. В одних случаях сферолиты имеют гладкую блестящую поверхность, в других - матовую или шероховатую, с преобладающими размерами – 0,01 – 0,25 мм. Их цвет преимущественно зелёный (от бледных тонов до темно-зеленых, почти черных).

Выявляется некоторая зависимость внешнего облика глауконитов от их размеров [5; 19]. Во фракции менее 0,1 мм каждого отдельного образца, они, как правило, светлее, чем в более крупных размерностях, имеют вид обломков, но без резких граней, встречаются и глобулярные разности. В более крупных фракциях зерна глауконитов обычно темнее, форма их глобулярная, гроздевидная, часто с глубокими трещинами синерезиса.

Исходя из минерального состава по результатам рентгеноструктурного анализа, все исследованные нами глауконитовые образования делятся на две группы: чисто слюдяные и слюдяные с различным количеством смектитов. Не часто в обеих группах наблюдаются и другие минералы. Прежде всего, каолинит [2], кварц и цеолиты группы гейландита. В отложениях, образовавшихся вблизи древних береговых линий, зерна глауконита чаще слюдяные, но нередки и смектит-гидрослодяные разности. При удалении вглубь акватории количество смектитов в них возрастает, хотя встречаются и почти чистые гидрослюдяные разновидности. Смектиты обычно с катионами щелочноземельных элементов в межпакетных слоях, о чем свидетельствуют значения первых рефлексов с $d = 14,2 - 15,2 \text{ \AA}$ при съёмке воздушно-сухих препаратов. Обработка последних глицерином приводит к смещению этих отражений до $18,2 - 18,6 \text{ \AA}$.

На всех дифрактограммах, снятых с воздушно-сухих препаратов, первые рефлексы слюдистого минерала самые интенсивные, со значениями $d = 10,1 - 11,5 \text{ \AA}$. Они широкие и ассиметричные, с выположенностью в сторону малых углов. Третий рефлекс – с $d = 3,30-3,33 \text{ \AA}$ меньшей интенсивности, чем первый. Он так же расширен и ассиметричен, но с выположенностью в сторону больших углов. Считается, что такие формы рефлексов на дифрактограммах [9] связаны с очень малыми размерами частиц. При насыщении препарата глицерином, рефлексы сужаются с восстановлением симметрии. Значения первого из них уменьшаются до $9,9 - 10,0 \text{ \AA}$, а третьего – увеличиваются до $3,34-3,35 \text{ \AA}$ [5]. Такое изменение значений рефлексов, с общепринятой точки зрения, объясняется неупорядоченной структурой слюды, связанной с вхождением туда разбухающих пакетов, что приводит к образованию, так называемых смешаннослойных минералов.

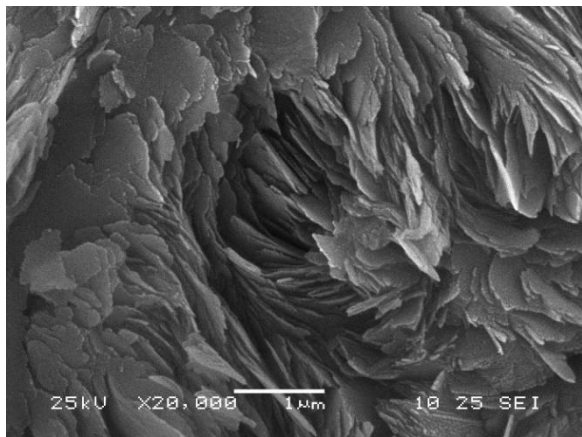


Рис. 1. Радиально-лучистое строение зерна глауконита с одним центром роста. СЭМ.

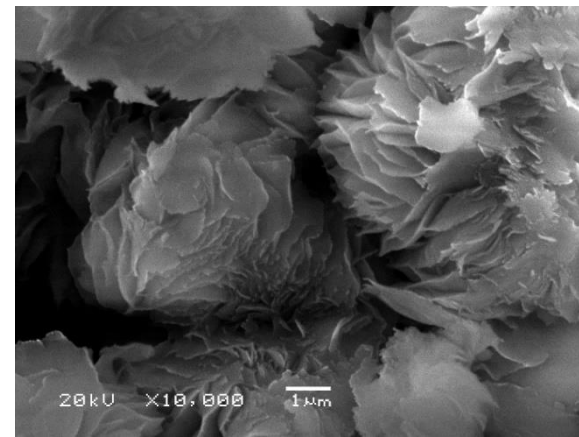


Рис. 2. Радиально-лучистое строение зерна глауконита с несколькими центрами роста. СЭМ.

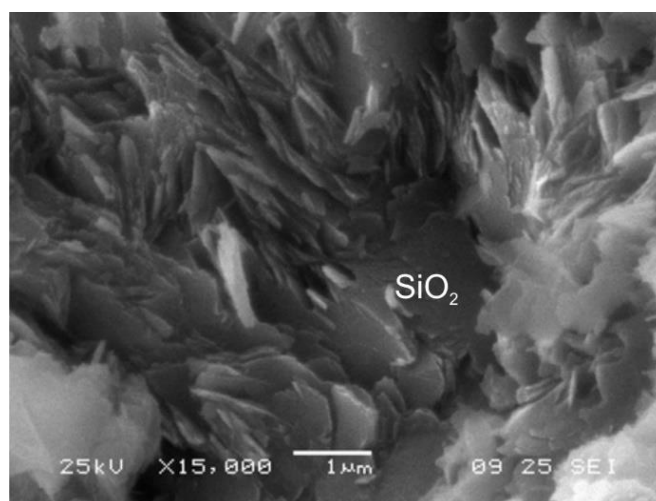


Рис. 3. Дезквartzизация силицевого обломка и роста глауконита. СЭМ.

В публикациях по глинистым минералам, и по глауконитам в частности, практически всегда упоминаются смешаннослойные образования. По данным авторов работы [4] размеры их частиц не превышают первых сотен ангстрем, при толщине в

На минеральный состав глауконитов влияет и стратиграфический фактор. Так, эти образования девонского возраста, независимо от фациальной принадлежности вмещающих их пород, представлены гидрослюдистой разностью, что обусловлено геологическими условиями, существовавшими в то время на данной территории. По своей сути зерна глауконита являются сферолитами, так как на снимках их внутренних частей, полученных при электронномикроскопических исследованиях, выявляется радиальное расположение разно размерных чешуек слоистых минералов, которые как бы вырастают из одного (рис. 1) или нескольких (рис. 2) центров. Довольно часто внутри сферолитов среди частиц чешуйчатой формы наблюдаются включения обломков с неровными, “изъеденными” краями, по виду явно подвергавшиеся процессам растворения (рис. 3).

несколько структурных слоев. Для объяснения физической сущности этих образований и структурной неупорядоченности минеральных фаз вообще, обратимся к такому понятию, как приповерхностный слой. Атомы любого твёрдого

тела составляют единую кристаллическую структуру, уравнивая друг друга. Но на его поверхности и на некоторой глубине внутри этого тела уравниваемость нарушается с некоторыми изменениями кристаллической структуры. Физические проявления, в том числе и рентгеновская дифракция, от этого слоя, толщина которого составляет, по разным данным, от десяти до ста ангстрем, и всего объема твердого тела должна несколько отличаться. Для крупных объектов (в пределах 0,01 мм и более) роль этого слоя исчезающее мала. Совсем иная картина рентгеновской дифракции для наноразмерных частиц. У них объемы приповерхностного и внутренних слоев сопоставимы по своим количественным характеристикам. Понятно, что при этом вторичное рентгеновское излучение от частиц таких размеров будет суммироваться от разных слоев, вроде бы одного и того же минерального компонента, но в то же время несколько отличного в разных своих частях, создавая нарушения в дифракционной картине, выражающиеся на дифрактограммах в расширении и изменении значений рефлексов, появлении не характерных для данного минерала отражений. Отсюда “проявляются” смешаннослойные образования и создается иллюзорное нарушение структуры.

Несмотря на достаточно большое количество гипотез, касающихся генезиса глауконита, среди них доминирует коллоидная [8]. На мысль о таком способе образования наводит сама форма глауконита: глобулярная, коллоидная, натежная и частое наличие трещин синерезиса, которыми зерна буквально рассечены на несколько частей. Вместе с тем достаточно много сферолитов (причем разных размеров) и без трещин вообще.

Прежде чем приводить разные доводы в пользу или против концепции кристаллизации из гелей, рассмотрим определение коллоидной системы [10]. Это «... система с предельно высокой дисперсностью при условии сохранения гетерогенности, т.е. поверхности раздела между дисперсной фазой и дисперсной средой». Если дисперсная фаза имеет поверхность раздела, значит, она представлена довольно крупными частицами, каждая из которых состоит из многих миллионов атомов. При таком их количестве чешуйки глауконита уже оформившиеся частицы слоистой структуры. Все реакции идут на поверхности раздела. Внутри жесткая структура твердого тела, а на поверхности неуравновешенные атомы со свободными связями, способные вступать в реакцию. Отсюда становится непонятным и некорректным выражение – раскристаллизация глауконита из «коллоидного раствора». Какая может быть раскристаллизация из кристаллически оформленных частиц?

В работах ряда авторов [1, 11, 16] рассматриваются представления о деструкционно-эпитаксиальном преобразовании твердых тел – дэпитизации. Они заключаются в изменении химического и минерального составов твердого

вещества (фазы), неустойчивого в определенной среде, путем его растворения и осаждения в новой форме на поверхности раздела. Неустойчивые в щелочной среде обломки кварца и других силикатов и алюмосиликатов, попадая в морской осадок, начинают растворяться, и в нём накапливается поликремниевая кислота. При наличии металла – осадителя, образуется слоистый силикат этого металла, который осаждается боковыми гранями на поверхности растворяющихся обломков. Концентрация силиката в растворе осадка снижается, что стимулирует дальнейшую деструкцию, вплоть до полного растворения обломка.

Интерпретируя результаты наших исследований с позиции деструкционно-эпитаксиального преобразования, можно констатировать, что глауконитовые сферолиты должны образовываться по любым обломкам силикатов, неустойчивых в среде морского осадка [3]. В первую очередь, это копролиты. Но, не исключаются и зёрна кварца, вулканический пепел, остатки кремниевых скелетов организмов и т.п. При этом, форма сферолитов может быть любой, соответствуя очертаниям растворяющихся зерен.

Здесь уместно напомнить, что эта концепция, отражающая по существу процессы гипергенного метасоматоза, то есть превращения одних объемных твердых фаз в другие через физико-химическую динамику граничных фаз была успешно применена В.И. Сиротинным для объяснения образования диагенетических структур бокситов КМА [20].

Глаукониты в осадочных отложениях появились одновременно с илоройными организмами в верхнем протерозое [21], тем самым, указывая на прямую связь их генезиса с органическим веществом, являющимся катализатором и источником энергии при этих процессах. Можно полагать, что разлагающаяся органика способствует созданию такой среды, где за относительно короткий срок происходит образование слоистых компонентов сферолитов. Преобразования первичного силикатного материала не всегда доходят до его полного растворения. В таких случаях на электронномикроскопических снимках наблюдаются нехарактерные для слоистых минералов включения, а на дифрактограммах появляются рефлексы каолинита, кварца и других минералов. Овальная, сглаженная с поверхности форма гроздевидных сферолитов с трещинами синерезиса, трактуемые как доказательство раскристаллизации гелевидной массы, были изначально присущи первичным фекальным комочкам.

Наблюдаемые включения глауконита в трещинах и на поверхности обломков, объясняются [14] сростками этих минеральных фаз. В то же время, это пример и доказательство процессов дэпитизации, протекающих внутри и на поверхности силикатных обломков, приводящих к образованию глауконита [6]. Нами исследовались

несколько подобных образований, представляющие собой спикулы губок и кварцевые обломки. Наиболее наглядно процесс преобразования силикатов в глауконит наблюдается на спикулах. При исследовании их под биноклем они выглядят в виде цилиндров с гладкой поверхностью. С одного конца они прозрачные, с другого – зеленые. Собственно спикулы (прозрачные части), по данным микронзондового анализа, на 100% состоят из

кремнезема. Части с зеленой окраской представлены оксидами различных элементов (SiO_2 – 53,6; Al_2O_3 – 15,3; $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ – 18,1; MgO – 6,1; K_2O – 5,8; CaO – 1,1%), входящих в состав глауконита. На электронномикроскопических снимках контакта между двумя минеральными фазами (рис. 4) наблюдается неровная, растворяющаяся поверхность собственно спикулы и «вырастающие» из нее пластинки слоистых минералов.

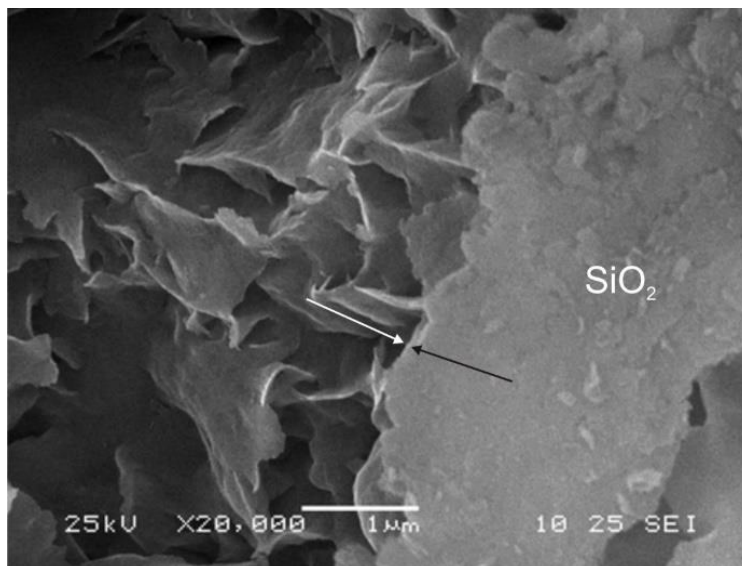


Рис. 4. Новообразование глауконита по обломку спикулы губки. Граница контакта показана стрелками. СЭМ.

Глауконит, как минеральное образование является индикатором морских обстановок, характеризующихся щелочной средой осадка. Отдельные обломки силикатов и связанные органическим веществом в копролитах неустойчивы в щелочной среде. Они достаточно быстро подвергаются растворению, давая начало процессу эпитизации, в результате которого синтезируются новые слоистые минералы, устойчивые к этим условиям. Образование гидрослюда начинается ещё в стадию седиментогенеза на поверхности осадка, где pH среды не очень высокий и достаточное количество калия. В отдаленных от береговой линии частях бассейна или в глубине осадка, где щелочность выше, идёт образование смектитов (иногда даже цеолитов группы гейландита) [2]. Иногда, даже в отдельно взятом сферолите глауконита, наблюдается различие в минеральном составе. На его периферии слюда, в центре – смектит, что свидетельствует о смене условий, в которых проходил генезис отдельных глауконитовых сферолитов.

Отмечается определённая связь между химическим составом слоистых минералов и размерами их кристаллитов [13]. Чем они меньше, тем ближе их химическая формула отвечает составу монтмориллонита. На части дифрактограмм, полученных нами при съёмке воздушно-сухих препаратов глауконитов, по

отражениям с $d=10,4 - 10,8; 4,98; 3,32 \text{ \AA}$ идентифицируется гидрослюда. При съёмке этих же препаратов, насыщенных глицерином, проявляется серия рефлексов, близкой к упорядоченной – $19,8; 9,9; 4,93; 3,34 \text{ \AA}$. Полученный результат можно трактовать неоднозначно. Минеральный состав этих сферолитов может быть представлен смектитом или смешанослойным образованием. Не исключено, что здесь присутствуют по отдельности, как эти две минеральные фазы, так и слюдяная составляющая.

Это явление объясняется соотношением уравновешенной внутренней части глауконитовых сферолитов к неуравновешенной (периферийной). Структура и состав внутри каждого из них отвечает железосодержащей слюде или смектиту. Строение краевых частей, вследствие нарушения там межатомных связей, характеризуется потерей калия, железа. При этом, состав этого слоя представлен только малоподвижными (за счёт сильных межатомных связей) кремнием, алюминием и кислородом. Возможно, молекулы глицерина, каким-то образом, компенсируют «потерянные» элементы, приводя к стабилизации кристаллической структуры.

Мы согласны с мнением многих исследователей [15], отмечавших зависимость цвета глауконитовых сферолитов от содержания в них железа. При увеличении количества этого элемента их окраска приобретает более

насыщенные зелёные оттенки. В очень редко встречающихся глауконитах синего цвета содержание оксидов железа превышает 28%.

Резкие морфологические различия глауконитовых сферолитов, находящихся не только в одной пробе, но даже в одной фракции, прямо показывают, что их генезис связан с преобразованием неоднородного исходного материала. Минеральный состав и цветовые оттенки свидетельствуют об их образовании на разных стадиях литогенеза (седиментогенеза и диагенеза). В крупнозернистых песчаных породах прибрежных фаций глауконитовые сферолиты сложены практически слюдяной компонентой. С удалением вглубь акватории и уменьшением зернистости, содержание смектитовой составляющей в сферолитах увеличивается, изредка, в небольших количествах, отмечаются цеолиты группы гейландита. То есть, наблюдается определенная (но, далеко не всегда четкая) тенденция в увеличении смектитовой компоненты в направлении от прибрежных фаций к более удаленным от берега.

Наряду с округлыми, гроздьевидными, обломочными формами (и их модификациями), встречаются пластинчатые разновидности глауконита. Особенным распространением они пользуются в девонских отложениях и, по мнению многих исследователей [14], обязаны своим происхождением преобразованию биотита. Правда, не ясно, каким образом в щелочной среде морского осадка происходит вынос калия из структуры этой слюды. Но без потери катионов, скрепляющих слои минерала, невозможны никакие преобразования. Поэтому, логичнее предположить, что при росте мелких глауконитовых кристаллитов образуются пластинки биотитоподобного минерала.

Глаукониты характеризуются большой вариацией содержаний микроэлементов, как во фракциях одного и того же, так и в разных образцах. По данным разных исследователей [12, 17] породы осадочного чехла характеризуются высокой проницаемостью для флюидов, образующихся при дегазации мантии и достигающих дневной поверхности. Глаукониты адсорбируют и накапливают химические элементы, содержащиеся во флюидах. По данным работы [7] участки земной коры, приуроченные к разрывным нарушениям высоких порядков, особенно к их пересечениям, оказывают наибольшее влияние на микроэлементный состав глауконитов.

Заключение

1. Изучение глауконита из палеозойских и мезо-кайнозойских отложений показывает общее возрастание количеств этого минерала снизу вверх по разрезу, что объясняется увеличением в осадках высокореакционного органического вещества, способствующего растворению терригенного материала и синтезу новых минеральных фаз.

2. Генезис глауконитовых сферолитов связан с деструкционно-эпитаксиальным преобразованием различных силикатов и алюмосиликатов, неустойчивых в щелочной среде морского осадка.

3. Минеральный состав и цветовые оттенки глауконитовых сферолитов свидетельствуют об их генезисе на разных стадиях литогенеза (седиментогенеза и диагенеза).

4. Различные формы глауконитовых сферолитов связаны с преобразованием неоднородного исходного материала.

Список литературы

1. Алесковский В.Б. Химия твердых веществ. М.: Высшая школа. 1978. 225 с.
2. Бартенев В.К., Савко А.Д. Литология и полезные ископаемые палеогена ЦЧЭР. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 7. Воронеж: 2001. 146 с.
3. Гептнер А.Р., Ивановская Т.А. Глауконит из морских нижнемеловых терригенных отложений Англии (концепция биохемогенного генезиса) // Литология и полезные ископаемые. 2000. № 5. С. 487 – 499.
4. Дриц В.А., Сахаров Б.А. Рентгеноструктурный анализ смешанослойных минералов. М.: Наука. 1976. 256 с.
5. Жабин А.В. Некоторые проблемы глауконитообразования (на примере осадочных отложений Воронежской антеклизы) // Вестник Воронеж. ун-та. Сер. геол. 2000. № 3(9). С. 78 - 82.
6. Жабин А.В. Минеральный состав глауконитовых сферолитов в верхнемеловых отложениях Воронежской антеклизы // Вестник Воронеж. ун-та. Сер. геол. 2000. № 10. С. 58 - 63.
7. Жабин А.В., Шатров В.А. Микро- и макроэлементы в глауконитах эоцена юго-запада Воронежской антеклизы – индикаторы условий образования // Вестник Воронежского государственного университета. Геология. №1. Воронеж: 2005. С. 18-32.
8. Ивановская Т.А., Зайцева Т.С., Гептнер А.Р., Барышникова Л.П. Генезис глауконит-иллитовых минералов в рифей-венд-кембрийских отложениях разного литологического типа // Экзолит – 2019. Факультетский анализ в литологии: теория и практика. Сборник научных материалов. – М.: МАКС Пресс. 2019. – С. 62-64.
9. Котельников Д.Д., Конохов А.И. Глинистые минералы осадочных пород. М.: Наука. 1986. 247 с.
10. Краткая химическая энциклопедия. Т. 2. М., 1963. 1086 с.
11. Лебедев В.И. О механизме преобразования кристаллических веществ в процессах эпигенеза – явлениях депитизации // Вестник Ленинград. ун-та. 1981. № 12. С.21 – 35.
12. Летников Ф.А. Флюидный режим // Современная динамика литосферы континентов. Платформы. Ред. В.С. Хромовских. М.: Недра. 1991. С. 99 – 108.
13. Мило Ж. Геология глин. Л.: 1968. 359 с.
14. Мурашко Л.И. Глауконит в палеогеновых отложениях Беларуси // Литосфера. № 4. 1996. с. 111 – 120.
15. Николаева И.В. Минералы группы глауконита в осадочных формациях. Новосибирск: Наука. 1977. 321.

16. Поспелов Г.Л. Парадоксы, геолого-физическая сущность и механизмы метасоматоза. Новосибирск: 1973. 355 с.

17. Савко А.Д., Шевырев Л.Т. Ультратонкое золото. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 6. Воронеж. Изд-во Воронеж. ун-та. 2001. 151 с.

18. Савко А.Д. и др. Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 3. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та. 2001. 201 с.

19. Сиротин и др. Литологические и геохимические особенности песчаных толщ альба и

сеномана Воронежской антеклизы и их палеогеографическое значение // Литология и полезные ископаемые. 2005. № 2. С. 1 - 13.

20. Сиротин В.И., Цепин А.И. Значение рентгеноспектрального анализа в изучении бокситов (на примере КМА и северной Онеги) // Литология и полезные ископаемые. 1988. № 2. С. 65 – 85.

21. Фролов В.Т. Литология. Т. 1. М.: 1992. 336 с.

УДК.622.373

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ

Хайитов О.Г., Акрамов Б.Ш., Нурутдинов Ж.Ф.

АННОТАЦИЯ

В статье приведены общие направления методов повышения нефтеотдачи пластов и основное внимание уделено паротепловым методам.

На основе классификации методов повышения нефтеотдачи показано, что тепловые методы (в особенности паротепловые) являются наиболее благоприятными при их применении на месторождениях с глубиной порядка 1000 метров.

Приведена технология циклической закачки пара и указаны основные этапы данного процесса. Даны рекомендации по технологии проведения паротепловой обработки.

На примере месторождений Ляльмикор и Кокайтэ показана эффективность применения паротеплового воздействия для залежей с высоковязкими нефтями.

Мақолада уюмларнинг нефтбараолишлигини ошириш борасида умумий тушунчалар берилиши билан бир қаторда иссиқ буғ билан ишлов бериш усулларига алоҳида ўрин ажратилган.

Нефтбараолишлик коэффициентини ошириш усулларини таснифлаш асосида иссиқлик усуллари (айниқса иссиқ буғ билан ишлов бериш) чуқурлиги 1000 метргача бўлган кудукларда ишлатилгандаги самарадорлик асослаб берилган.

Кудукга иссиқ буғни циклик тарзда ҳайдаш ва уларнинг технологияларини изохлаш билан бир қаторда бу усулни қўллаш бўйича тавсиялар берилган. Ляльмикор ва Кокайтэ конлари мисолида юқори қовушқоқли нефт конларида иссиқ буғ билан ишлов бериш самарадорлиги кўрсатиб берилган.

ABSTRACT

In article are given general directions of methods of increasing layer's petroreturn and the basic attention made on steam-thermal methods.

On the basis of classification of methods of increasing petroreturn it is shown that thermal methods (in particular steam-thermal) are optimum at their application on fields with depth approximately 1000 meters.

There is shown cyclic technology of repressing the steam and represented the basic stages of the given process. There are made recommendations about carrying out technology of steam-thermal treating.

On an example of Lyalmikar and Kokayti fields is shown efficiency of application steam-thermal impact on reservoirs with the high-viscosity petroleum.

Как известно, нефтеотдача пласта зависит от множества факторов. Обычно выделяют факторы, связанные с технологией извлечения нефти из пластов в целом. Поэтому нефтеотдачу можно представить в следующем виде:

$$K_{\text{нефть}} = K_{\text{выт}} * K_{\text{охв}} * K_{\text{зав}} \quad (1)$$

где $K_{\text{выт}}$ – коэффициент вытеснения нефти из пласта, $K_{\text{охв}}$ – коэффициент охвата пласта разработкой, $K_{\text{зав}}$ – коэффициент заводнения месторождения.

Коэффициентом вытеснения ($K_{\text{выт}}$) нефти водой называют отношение объема нефти, вытесненной водой из образца породы или модели пласта до полного обводнения получаемой

продукции, к начальному объему нефти, содержащейся в образце породы или модели пласта:

$$K_{\text{выт}} = \frac{V_{\text{нн}}}{V_{\text{в}}}, \quad (2)$$

где $V_{\text{нн}}$ – начальный объем нефти, $V_{\text{в}}$ – объем нефти, вытесненный каким-либо агентом из образца породы или модели пласта.

Поскольку для вытеснения нефти из образца породы или модели пласта можно использовать не только воду, но и любой другой агент (газ, спирты, пены и другие), то следует дать более общее определение коэффициента вытеснения, характеризующего полноту вытеснения нефти в