

УДК 552.52 (470.5+571.1)

ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ В ЦЕМЕНТЕ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАУВАКК: МАГНИТОГОРСКАЯ МЕГАЗОНА (ЮЖНЫЙ УРАЛ) И БОРОВСКАЯ ЗОНА (ЮГО-ЗАПАД ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

© 2012 г. Л. В. Кокшина

Институт геологии и геохимии УрО РАН
620075, г. Екатеринбург, Почтовый пер., 7
E-mail: kokshina@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 07.12.2011 г.

В статье приведены результаты изучения глинистых минералов в цементе девонских граувакк из двух соседних регионов: Магнитогорской мегазоны восточного склона Южного Урала и Боровской зоны Зауралья. С использованием разнообразных методов (петрографического, рентгенофазового, микрозондового и электронно-микроскопического) показано, что в восточноуральских песчаниках основную роль играют триоктаэдрические хлориты. Другие глинистые минералы – смешанослойные фазы, монтмориллонит и иллит, каолинит и дикцит менее распространены. В зауральских же породах содержание хлорита значительно ниже, здесь преобладают монтмориллонит, иллит, каолинит. На основе присутствия тех или иных глинистых минералов уточняется степень постседиментационного преобразования пород, подчеркивается роль аллотигенных компонентов в процессе кристаллизации аутигенных минералов, а также влияние промывного режима миграции и вариаций в составе растворов.

Ключевые слова: *глинистые минералы, аутигенные минералы, граувакки, песчаники, Южный Урал, Западная Сибирь, катагенез, девон, карбон.*

Глинистые минералы, как правило, играют существенную роль в цементе песчаных пород. При этом их состав и особенности зависят от нескольких взаимосвязанных факторов, в том числе, от состава обломочных компонентов, условий выветривания в области сноса, условий осадконакопления, степени (и характера) постседиментационных преобразований [7 и др.]. В этом списке состав обломочных зерен имеет важнейшее значение, которое, тем не менее, в полной мере не изучено, особенно в отношении граувакк. Очень важным фактором является также степень и характер постседиментационных изменений, причем в последнем немало важную роль играет опять-таки состав обломочных компонентов.

Д.Д. Котельников и Н.Н. Зинчук [10] приходят к выводу, что особенности глинистых минералов в связи с петрохимическими типами материнских пород и степени их изменения в зоне гипергенеза (наряду со средой осадконакопления) позволяют объективно оценивать направленность и интенсивность их преобразования в процессе литогенеза осадочных толщ. В ходе постседиментационного преобразования в песчаниках и алевролитах, наряду с частичным накоплением аллотигенных глинистых минералов (в отличие от глинистых пород), возникают аутигенные глинистые минералы, которые подвергаются трансформации как при метаморфизме пластовых вод, так и при повышении значений давления и температуры.

МАТЕРИАЛ

В предлагаемой статье рассматриваются глинистые минералы в цементе петрокластических граувакк из двух соседних регионов, формировавшихся в разных геодинамических условиях и относящихся к различным стадиям постседиментационного преобразования. Речь идет о девонских песчаниках Магнитогорской мегазоны восточного склона Южного Урала и средне–верхнедевонских и нижнекаменноугольных песчаниках Боровской зоны Зауралья (юго-запад Западной Сибири), вблизи зоны сочленения уральских и казахстанских структур (рис. 1).

На территории Магнитогорской мегазоны широко развиты осадочные породы, относящиеся ко всем отделам девонской системы [12] – рис. 2. Это исключительно морские образования, большей частью глубоководные [13]. Песчаники представлены кварц-полевошпатовыми, полевошпатовыми разновидностями и собственно граувакками (рис. 3а), которые по составу обломков пород соответствуют петрокластической разновидности (согласно классификации В.Д. Шутова [19]). Содержание кварца в них колеблется в пределах 5–10%, в некоторых случаях – до 30%, полевых шпатов – 10–50%, обломков пород от 30–50 до 70–90% (рис. 3а). Среди последних присутствуют, главным образом, вулканиты основного (от 20 до 50–60%) и кислого (10–30%) состава, силициты (от 5–25% до 40–50%), известняки – до 5%, в некоторых толщах встречаются метаморф-

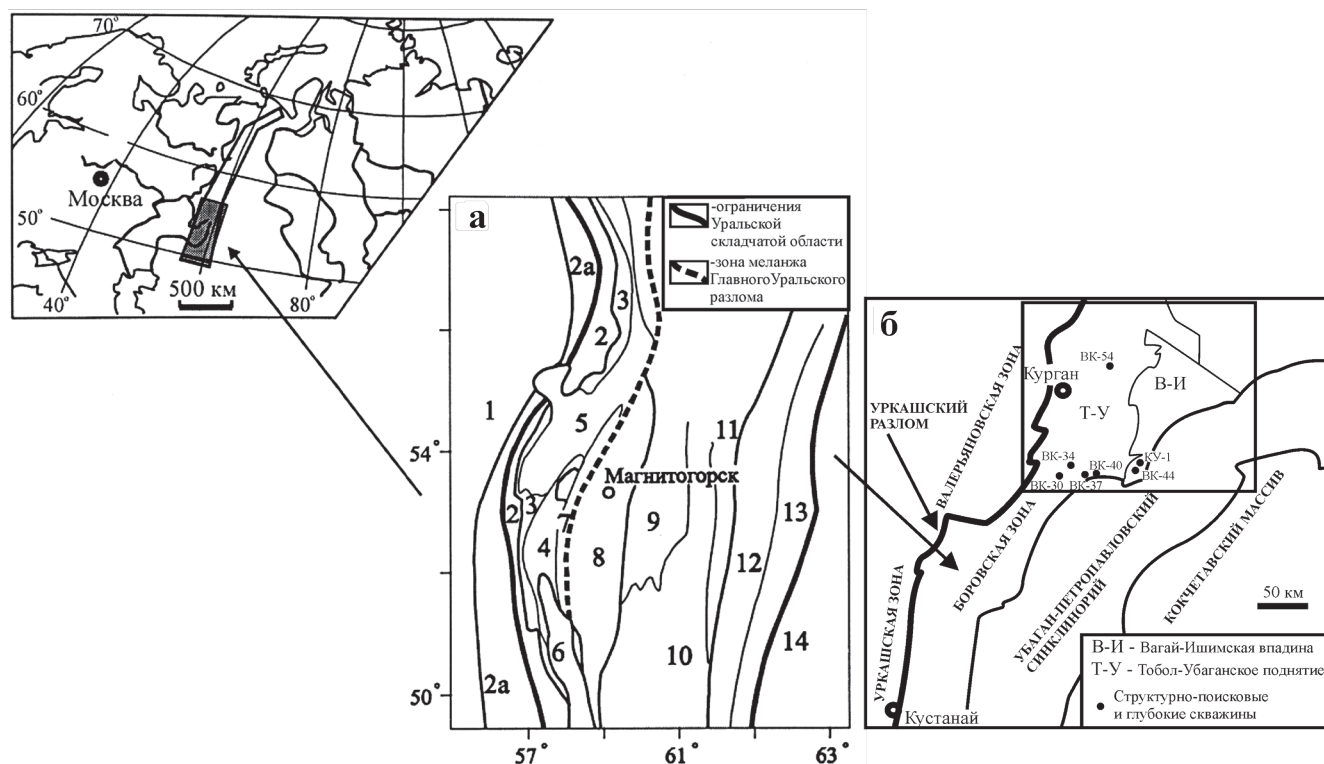


Рис. 1. Тектоническое районирование юга Урала (а) на основе схемы [18] и расположение основных структурных элементов в сопряженной области Западной Сибири (б) на основе схемы А.И. Ивлева [4].

1 – Восточно-Европейская платформа; 2–2а – Предуральский прогиб, зоны: 2 – внутренняя, 2а – внешняя; 3–7 – Западно-Уральская мегазона: 3 – зона передовых складок, 4 – Зилаирский синклинорий, 5 – Башкирский мегантиклинорий, 6 – Сакмарский аллохтон, 7 – зона Уралтау; 8 – Магнитогорская мегазона; 9–11 – Восточно-Уральская мегазона, зоны: 9 – Суундукско-Челябинская, 10 – Восточно-Мугоджарская, 11 – Денисовская; 12–13 – Зауральская мегазона, зоны: 12 – Валерьяновская, 13 – Уркашская; 14 – Боровская зона (казахстаниды).

фические породы (5–10%, местами, до 20%). В составе аутигенной части, наряду с глинистыми минералами, распространены пренит и пумпеллиит, карбонаты (преимущественно кальцит, иногда сидерит), кварц, встречаются халцедон, эпидот, актинолит, ломонит, сульфиды.

В северной части Боровской зоны развиты средне-верхнедевонские красноцветные песчаники, представленные континентальными фациями, а также красно- и сероцветные образования турне и нижнего визе, среди которых установлены как континентальные, так и морские фации [14]. Девонские песчаники изучены по керну скважин ВК-34 и ВК-54, каменноугольные – по скважинам КУ-1 и ВК-44 (рис. 1). Это слабо измененные петрокластические разности полевошпатовых и, реже, собственно граувакк, обычно с высоким содержанием плагиоклазов (20–50%) и очень низким (до 5%) – кварца (рис. 3б). Обломки пород представлены вулканитами основного состава, кислые разности составляют первые проценты, в девонских песчаниках иногда до 20%. Среди аутигенных минералов распространены кварц, кальцит, доломит, каолинит,

пирит, гидроокислы и окислы железа (гетит и гематит), в меньшей степени – хлорит, сидерит, в отдельных случаях развиты цеолиты, ангидрит, барит, целестин, опал, встречаются сфалерит и халькопирит. В скважине ВК-37 вскрыты гораздо интенсивнее измененные досреднедевонские песчаники, среди которых тоже присутствуют петрокластические разности. В составе аутигенных минералов здесь встречаются серицит, мусковит, стильпномелан, турмалин и др.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ

Предназначенные для рентгенофазового анализа пробы истирались в агатовой ступке в спиртовом растворе не более 3–3.5 минут, чтобы предотвратить чрезмерное истирание кварца и полевых шпатов, а также, как отмечает Э.П. Солотчина [17], чтобы избежать разрушения структуры иллитов. Порошок далее разводился в дистиллированной воде, и полученная смесь отстаивалась 30 мин. Затем суспензия сливалась, отстаивалась уже полно-

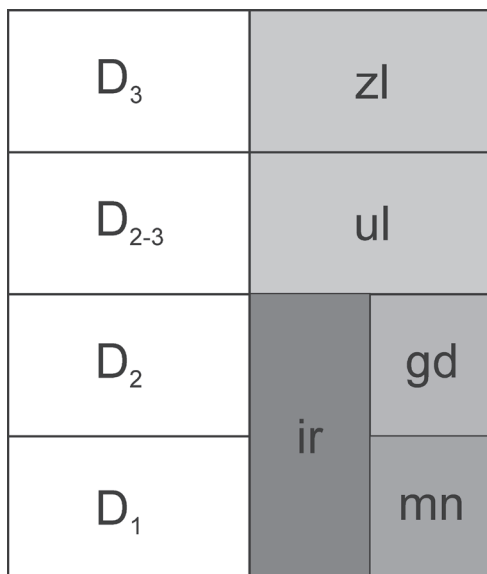


Рис. 2. Схема стратиграфии девонских осадочных комплексов Магнитогорской мегазоны, по материалам [12].

D₁ – нижний девон: mn – мансуровская толща;
D₁₋₂ – нижний-средний девон: ir – ирендыкская свита,
D₂ – средний девон: gd – гадиловская толща;
D₂₋₃ – средний-верхний девон: uI – улутауская свита;
D₃ – верхний девон: zI – зилаирская серия.

стью и высушивалась. Съемка проводилась на базе лаборатории Казанского (Приволжского) Федерального университета (на рентгеновском дифрактометре SHIMADZU XRD-7000) и в лаборатории ФХМИ Института геологии и геохимии (на аналогичном дифрактометре). Пробы изучались также с

помощью электронно-зондового микроанализатора (Cameca SX 100) и растрового электронного микроскопа (JSM – 6390LV, Jeol). На дифрактометрах снимались ориентированные препараты (с отсадкой на стеклянную пластинку), прокаленные при 600°C и насыщенные этиленгликолем. Полностью от порообразующих минералов на стадии пробоподготовки избавиться не удалось, поэтому, из-за наложения пиков, присутствие некоторых глинистых минералов остается под вопросом.

В результате изучения граувакк Магнитогорской мегазоны, было установлено, что основную роль среди глинистых минералов играют хлориты. Минералы этой группы представлены как криптовчешуйчатыми агрегатами, так и отдельными пластинками размером в 0.01–0.03 мм, окрашенными в грязно-зеленые и желтовато зеленые тона. Очень часто хлориты заполняют межзерновое пространство, в том числе в виде зональных агрегатов. На электронно-микроскопических снимках можно видеть, что чешуйки хлорита ориентированы вдоль стенок этого пространства (рис. 4а) или располагаются перпендикулярно к ним – в виде крустификационных каемок (рис. 4б).

На полученных рентгенограммах видны четкие 14 Å и 7 Å пики (рис. 5), хорошо проявлены и другие базальные пики: 4.7 Å (003), 3.5 Å (004), 2.8 Å (005). При этом четные порядки базальных отражений (002 и 004) по интенсивности превосходят нечетные, что указывает на преобладание в структуре минерала ионов Fe²⁺, изоморфно замещающих Mg²⁺ [11]. По данным микрозондового анализа содержание FeO в хлоритах колеблется в пределах от 10.97 до 33.23%, с преобладающим значением

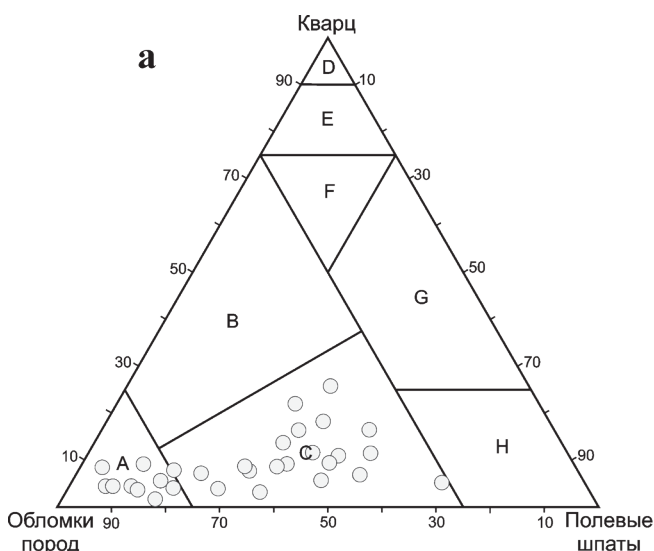
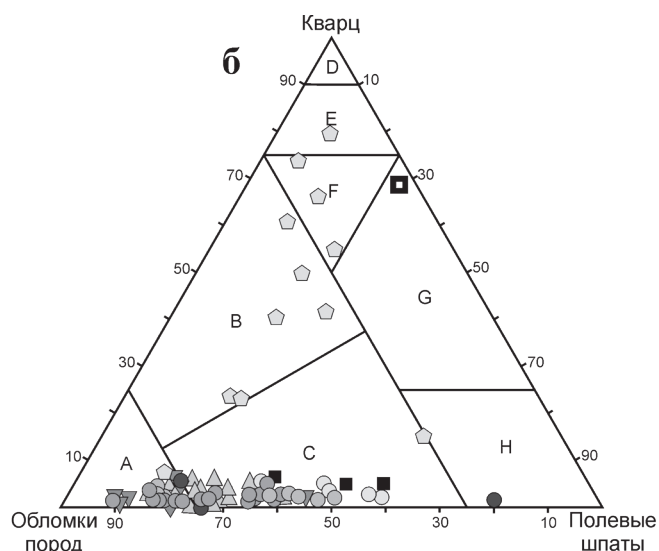


Рис. 3. Диаграмма (по [16]) состава девонских песчаников Магнитогорской мегазоны Южного Урала (а) и девонских и нижнекаменноугольных песчаников Боровской зоны (б).



Скважина КУ-1: ● интервал 498-620 м; ○ интервал 620-952 м; ○ интервал 1009-1177 м; ● интервал 2004-2215 м;
▲ скважина ВК-34
△ скважина ВК-37
□ скважина ВК-40
■ скважина ВК-44
▼ скважина ВК-54

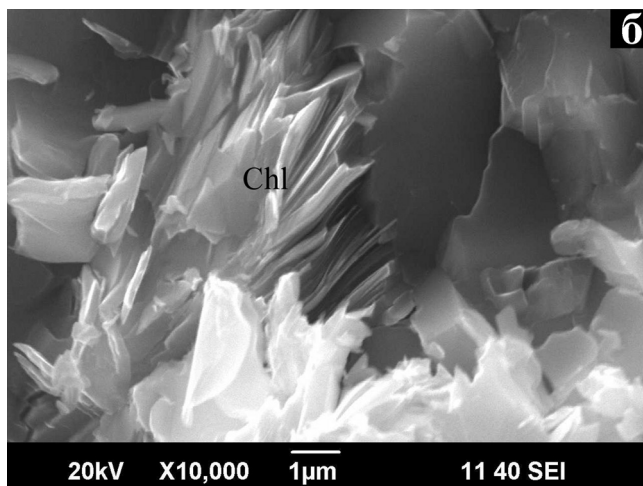
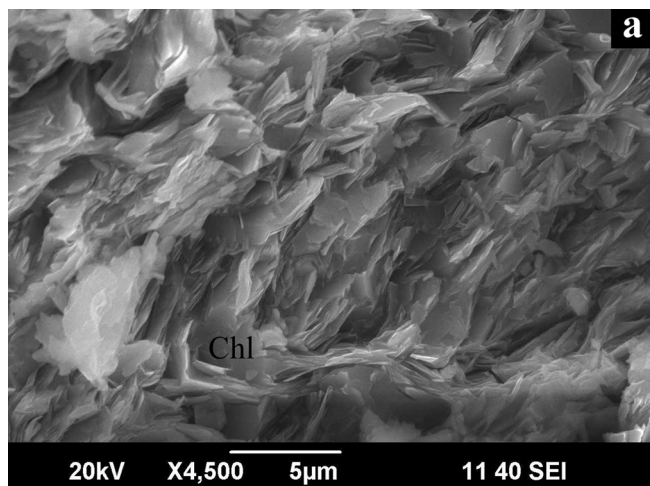
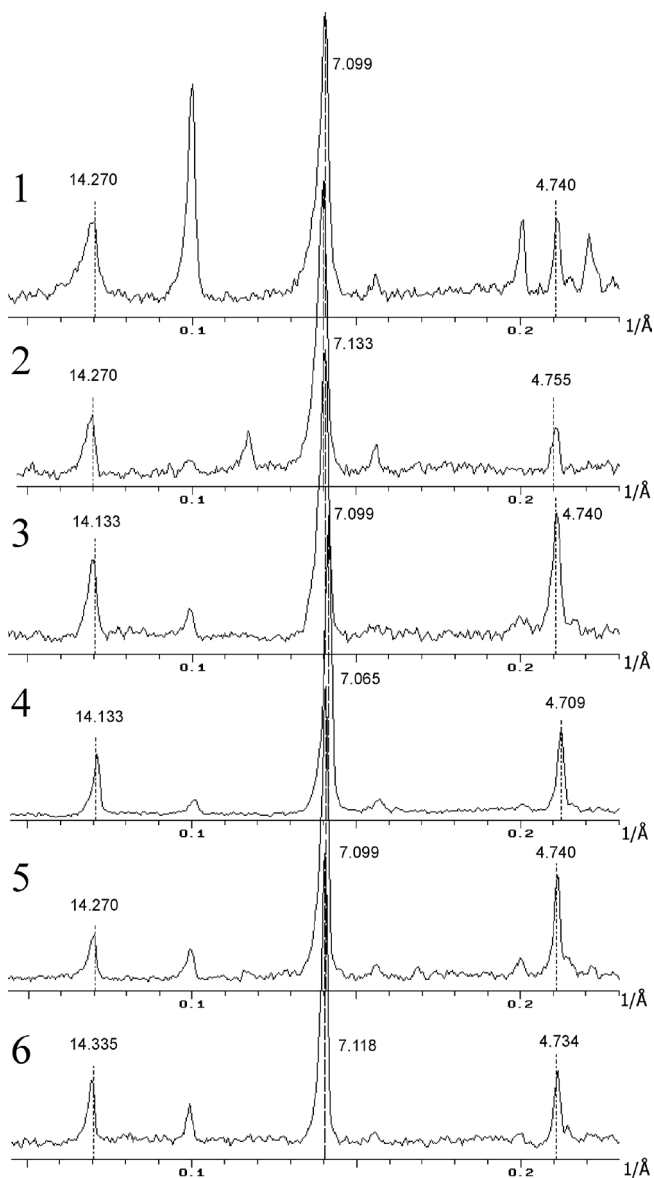


Рис. 4. Способы заполнения межзернового пространства чешуйками хлорита: вдоль стенок (а – гадилевская толща, обр. 2842-2-3) и перпендикулярно стенкам (б – улутауская свита, обр. 3838-1-1).



21.76%, в то время как содержание MgO, соответственно, 8.58–19.97 и 15.49%.

В.А. Дриц и А.Г. Коссовская [3] показали существование связи между химическим составом хлоритов и их генезисом. Они предложили геокристаллохимическую классификацию этих минералов (рис. 6), в основе которой лежит отношение степени железистости, определяемой коэффициентом $K_{Fe} = Fe/(Fe + Mg)$ и суммарного содержания катионов алюминия $Al_{\Sigma} = Al_{IV} + Al_{VI}$. На этой диаграмме фигуративные точки южноуральских образцов попадают в поля кластогенных формаций и основных магматических пород (Al_{Σ} колеблется от 1.5 до 3.1; K_{Fe} – от 0.35 до 0.70).

В подчиненном количестве в изученных песчаниках присутствуют иллиты и смешанослойные минералы. Наличие иллит-монтмориллонита предполагается в раннедевонских (мансуровская толща) и ранне-среднедевонских (ирендыкская свита) породах. В отдельных пробах, возможно, присутствует тосудит и К-ректорит. Следует отметить, что, кроме смешанослойности в системе иллит-хлорит [2], фиксируется и чередование блоков диоктаэдрической слюды и триоктаэдрического хлорита размером от нескольких до нескольких десятков микрометров и крупнее, на что указывают данные микрозондового анализа (рис. 7). В результате сканирования через поле, заполненное слюдой и хлоритом, было зафиксировано чередование зон, отвечающее преобладанию того или другого минерала.

Рис. 5. Типичные базальные пики Fe-Mg хлоритов.

1–2 – зилайрская свита (обр. 2794-2-9 и 2800-12), 3 – ирендыкская свита (обр. 2843-2), 4 – гадилевская толща (обр. 2844-2-2), 5–6 – мансуровская толща (обр. 2804-5-5 и 2804-5-5-2).

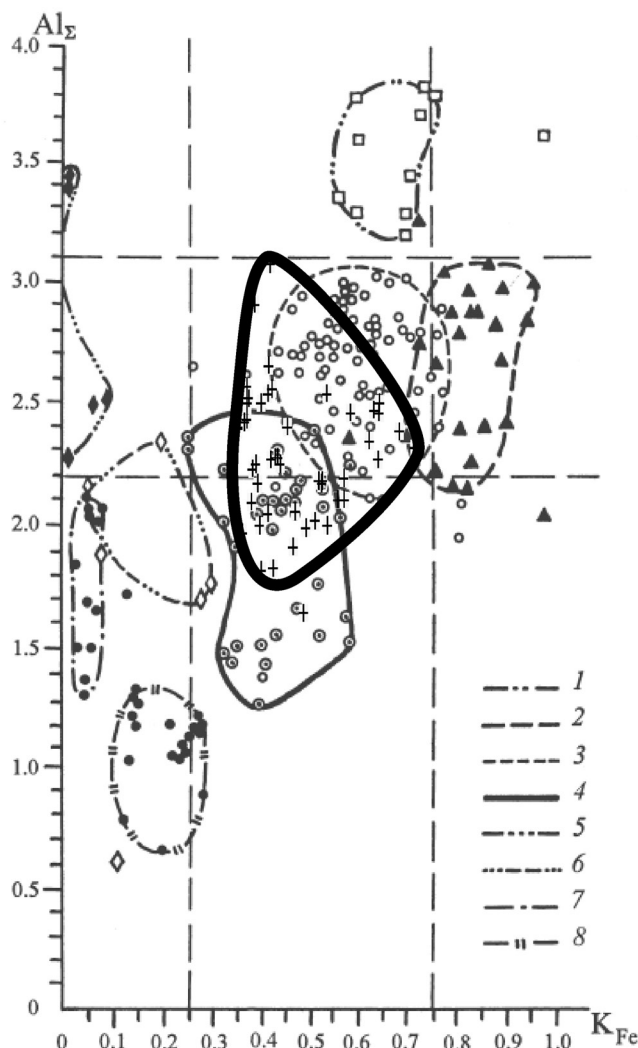
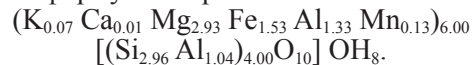


Рис. 6. Кристаллохимическая характеристика хлорита различного генезиса по [3].

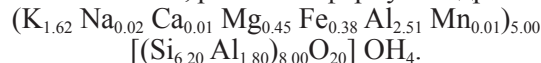
1 – ди-триоктаэдрические Al-Fe-Mg-хлориты, 2 – Fe-хлориты железных руд, 3 – Fe-Mg-хлориты кластогенных формаций, 4 – Fe-Mg- и Mg-Fe-хлориты основных магматических пород, 5 – Mg-хлориты эвапоритовых формаций, 6 – Mg-хлориты из галитов и Mg-K-солей высоких стадий осолонения бассейнов, 7 – Mg-хлориты из серпентинитов, 8 – Mg-хлориты из кимберлитов. Крестиками нанесены данные по южноуральским хлоритам. Поле их распространения обведено жирной сплошной линией.

Пики Fe и Mg на полученных профилях отражают присутствие хлорита, K – гидрослюды, Si – кварца, а Ca мог бы указать на присутствие монтмориллонита. По характеру профиля Ca однако видно, что монтмориллонит отсутствует. На рентгенограммах пики хлоритов имеют небольшие симметричные смещения в сторону больших-меньших углов (рис. 5), что связано с изоморфным замещением Fe–Mg, в то время как признаков смешанослойности не наблюдается. По результатам микро-

зондового анализа был получен химический состав, на основе которого рассчитана кристаллохимическая формула хлорита:



Соответственно, расчетная формула гидрослюды:



Чередование хлорита и иллита можно наблюдать и на фотографиях сколов в электронном микроскопе (рис. 8), где видно, что главную роль в этом агрегате играет хлорит, его чешуи значительно крупнее и более идиоморфные. В то же время, иллит имеет подчиненный характер распространения (“волосистой” облик), хотя количественно он уступает незначительно.

Подобное взаиморасположение хлорита и иллита могло сформироваться при наличии в растворе как ионов Fe и Mg, так и K. Кроме того, еще А.Г. Косовская [8] отмечала возможность эндотаксической трансформации биотита в хлорит и гидрослюду без образования вермикулита. Возможно, именно это явление мы здесь и наблюдаем.

В некоторых случаях, по данным рентгенофазового анализа, в рассматриваемых образцах можно предположить присутствие каолинита (рис. 9) и диккита (рис. 10). Так, в рентгенограммах песчаников нижнего (мансуровская толща) и ниже-среднего (ирендыкская свита) девона проявляются пики, характерные для диккита, в образцах среднего девона (гадилевская толща) – каолинита и диккита, а в граувакках средне-верхнего (улутауская свита) и верхнего (зилайрская свита) девона – каолинита.

Присутствие слюд группы 1M отмечается в породах гадиливской (D_2) и мансуровской (D_1) толщ, в то время как в ирендыкских песчаниках (D_{1-2}) в некоторых случаях появляются пики слюд политипа 2M₁.

Верхнедевонские и нижнекаменноугольные песчаники Боровской зоны характеризуются менее зрелой ассоциацией глинистых минералов. Хлориты играют в них значительно меньшую роль. Постоянно встречаются монтмориллониты, причем нередко в виде мелкочешуйчатых агрегатов совместно с криптокристаллическим кварцем. При проведении микрозондовых анализов чешуйки монтмориллонита быстро выгорают и под ними вскрываются выделения кварца. Взаимоотношения этих минералов видны на снимках сколов пород под электронным микроскопом (рис. 11). Распространены также смешанослойные фазы монтмориллонит-иллит (20–35%, в некоторых образцах до 40–45% от общего количества глинистых минералов). Обычным является каолинит (рис. 12). Этот минерал кристаллизуется в порах, иногда развивается по полевым шпатам.

Досреднедевонские песчаники (скв. ВК-37), как уже было упомянуто, изменены значительно сильнее. Глинистые минералы здесь представлены преимущественно слюдой модификации 2M₁, присут-

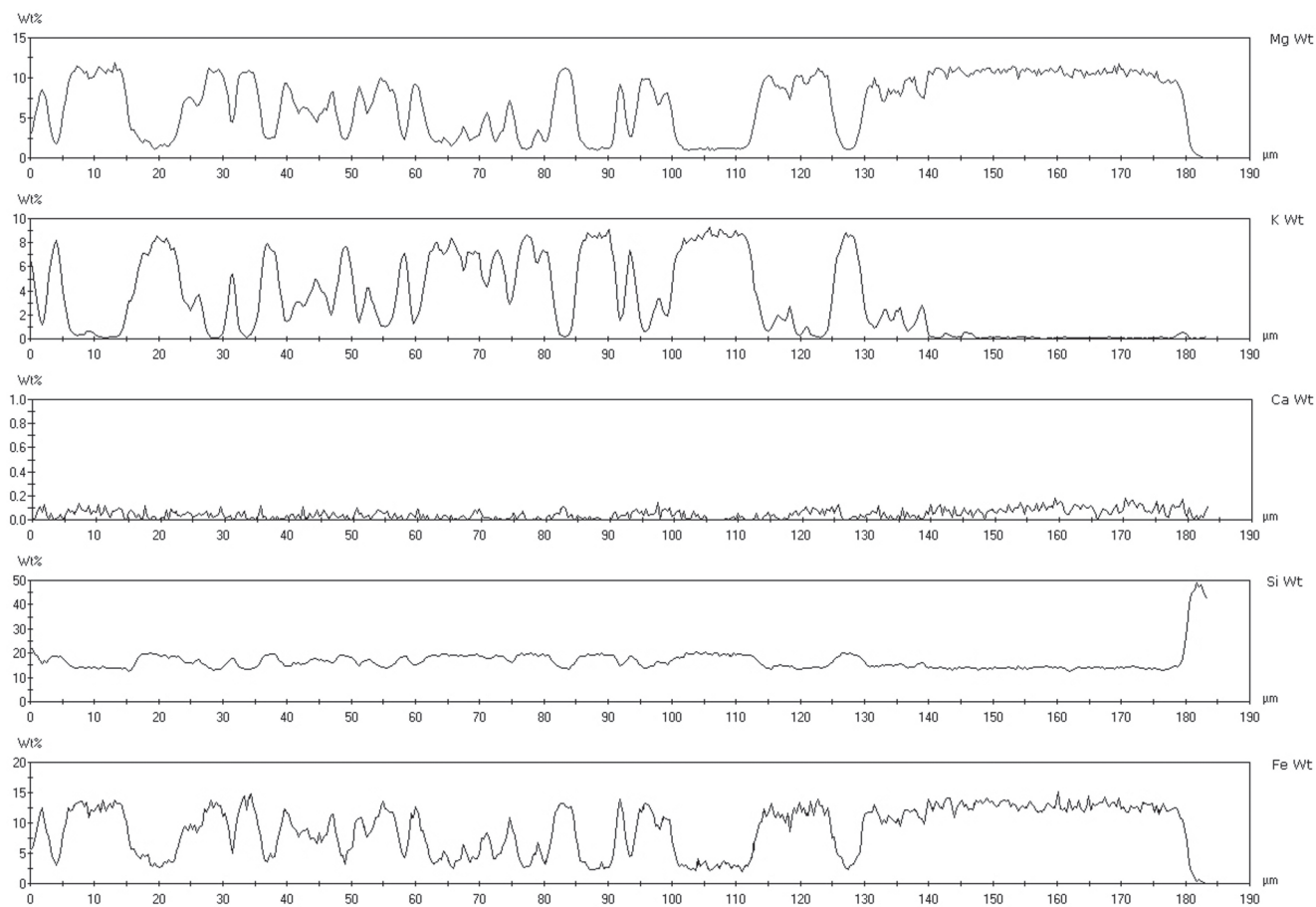


Рис. 7. Профили распределения Mg, K, Ca, Si, Fe в пределах поля, заполненного глинистым веществом (гадилевская толща, обр. 2844-5-6).

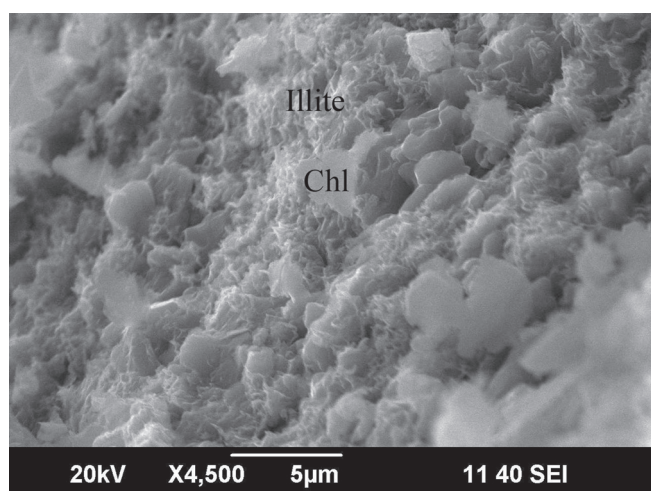


Рис. 8. Взаимное расположение агрегатов иллита и хлорита (зилаирская свита, обр. 2796-10-1).

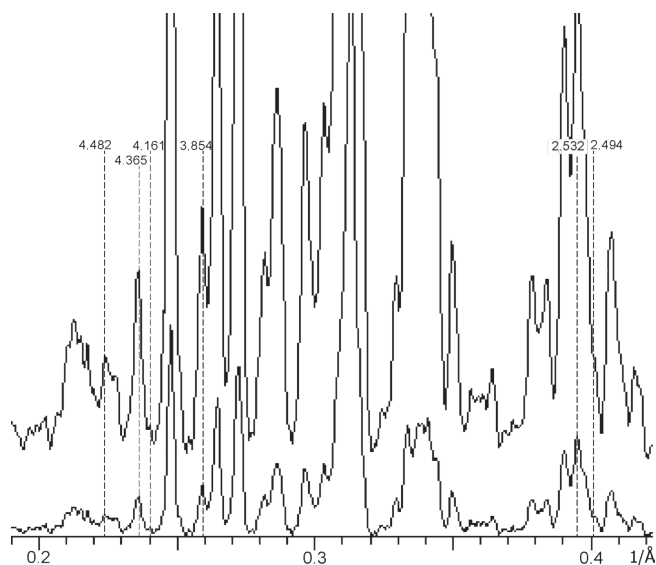


Рис. 9. Пики каолинита (фрагмент рентгенограммы образца 2796-17, зилаирская свита).

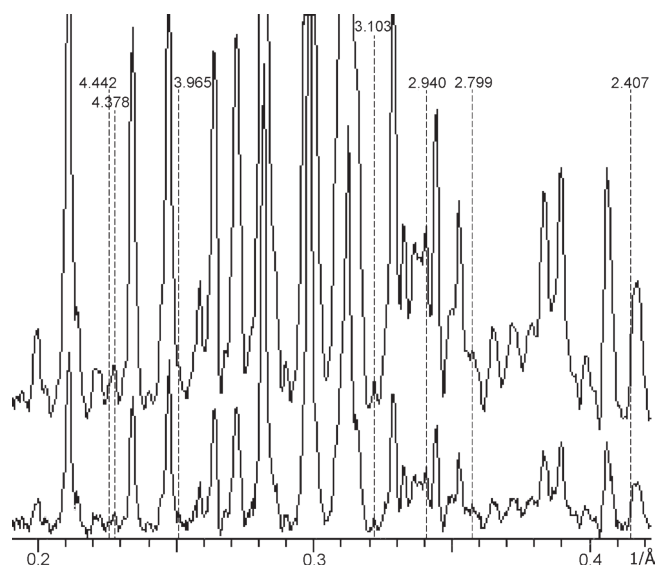


Рис. 10. Пики диккита (фрагмент рентгенограммы образца 2804-5-5, мансуровская толща).

ствуют также минералы группы монтмориллонита и каолинит. Диккит не был обнаружен. Иногда фиксируется хлорит.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Девонские песчаники Магнитогорской мегазоны и средне-верхнедевонские и нижнекаменноугольные породы Боровской зоны близки по составу аллотигенных компонентов. Те и другие относятся к петрокластическим грауваккам, в составе которых преобладают обломки основных вулканитов. В то же время глинистые минералы цемента у этих пород различаются довольно существенно, что, очевидно, связано как с различным уровнем

постдиагенетических изменений, так и с разными условиями осадконакопления. Вероятно, некоторое влияние на состав аутигенных минералов в песчаниках Боровской зоны оказали также флюиды, в том числе глубинные.

Описанные глинистые минералы не могут считаться однозначными индикаторами стадий постседиментационного преобразования. Тем не менее, на некоторые их особенности следует обратить внимание. Так, присутствие следов каолинита и проявляющиеся иногда признаки смектита в песчаниках улутауской свиты Магнитогорской мегазоны, а также смешанослойные фазы типа смектит-иллит, смектит-хлорит и хлорит-иллит в зилаирских граувакках, указывают на относительно невысокую степень изменения (начало позднего катагенеза) – рис. 13а. Наличие диккита, наряду с каолинитом, более широкое развитие смешанослойных фаз и слюда типа 1М (гадилевская толща D₂, мансуровская толща D₁) соответствуют позднему катагенезу.

Хорошими индикаторами уровня постседиментационных изменений считаются [2] смешанослойные фазы: чем меньше монтмориллонитовых слоев, тем более высокая степень изменения. К сожалению, содержание этих минералов в изученных образцах невысокое и невозможно рассчитать в них соотношение слоев. В некоторых образцах песчаников ниже-среднедевонской ирендыкской свиты обнаруживается слюда 2M₁, наряду с 1М модификацией, что приближается уже к стадии метагенеза. С таким выводом согласуется и кристаллизация эпидота, широкое развитие пренита и пумпеллиита в этих породах [6], а также присутствие диккита.

Кристаллизация Fe-Mg хлоритов, по-видимому, характерна для всех стадий преобразования граувакк. На это в свое время уже указывали В.А. Дриц и А.Г. Коссовская [1, 3]. Г.В. Карпова [5] назвала парагенезис глинистых минералов

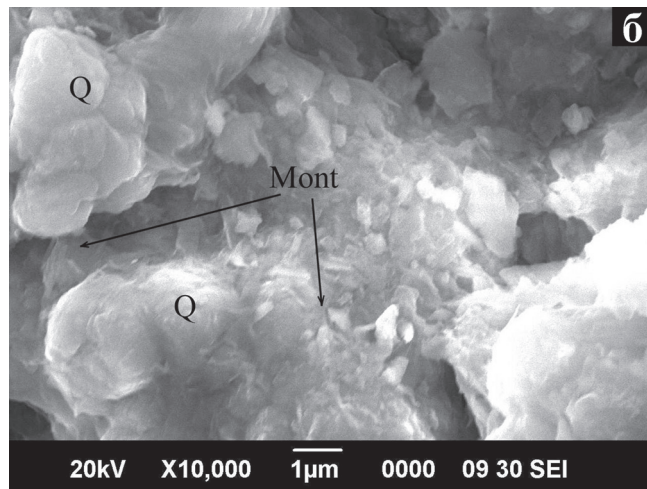
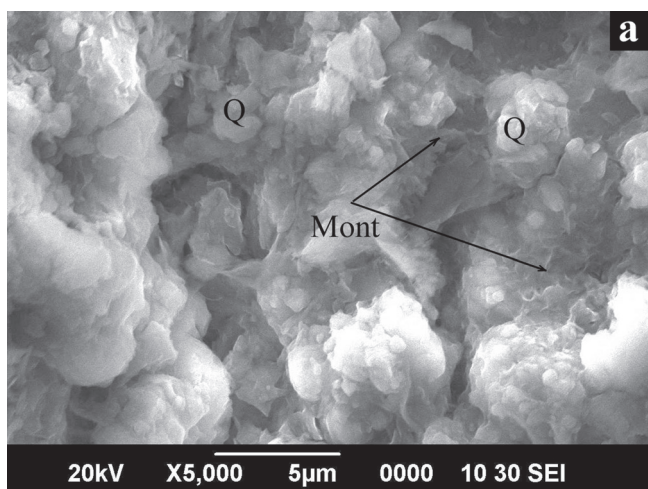


Рис. 11. Взаимоотношения зерен криптокристаллического кварца и чешуек монтмориллонита (скв. КУ-1, 603 м, визейский ярус, C₁).

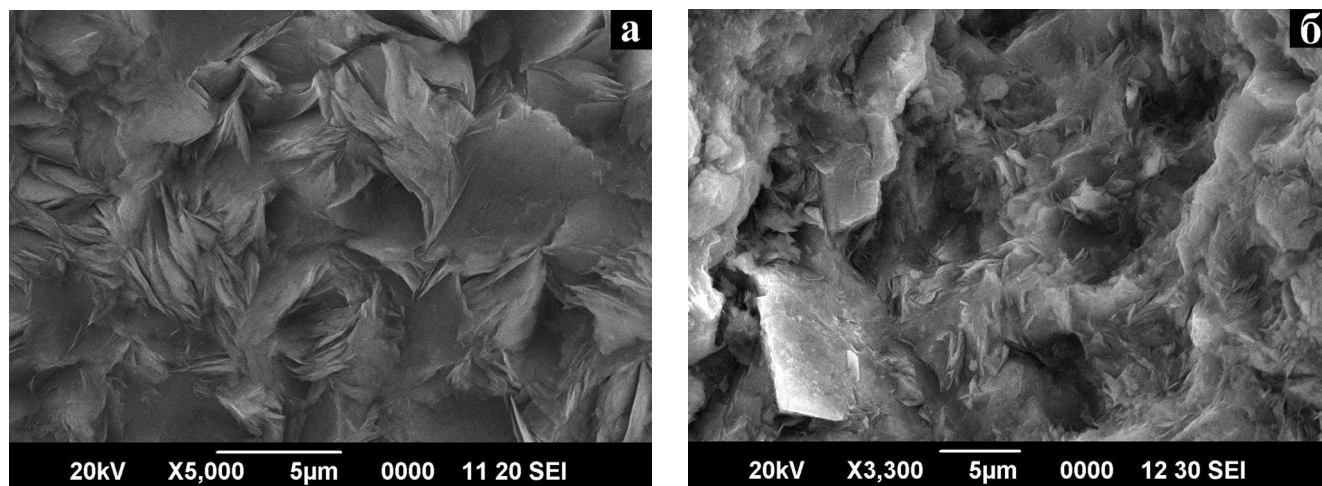


Рис. 12. Выделения каолинита в межзерновом пространстве (скв. КУ-1, 643 м, визейский ярус, C_1).

(в том числе хлоритов) с аутигенными пренитом, пумпеллиитом, эпидотом, кварцем, альбитом, цеолитами “хлоритовой ассоциацией песчаников, свойственной граувакковым породам”. На связь Fe-Mg-хлоритов с преобразованной базальтовой пирро- и гиадокластикой обращают внимание Я.Э. Юдович и М.П. Кетрис [21].

Кроме того, следует отметить, что наиболее высокая степень изменения (начало метазенеза) наблюдается у пород ирендыкской свиты, хотя они не самые древние в изученном разрезе. Вероятнее всего, такая ситуация обусловлена влиянием тектонических процессов, приводивших к повышению температуры и давления.

В большинстве случаев сложно реконструировать условия, при которых проходили преобразования, если породы изменены до уровня позднего катагенеза и метазенеза. Тем не менее, иногда это становится реальным. Так, неоднородное распределение 1M-слюды и образование сложного хлорит-иллитового агрегата указывает на возможное наличие промывного режима поступления вещества во время кристаллизации аутигенных минералов. Колебания в составе поступающего раствора отразились на эндотаксических образованиях по биотиту.

Ассоциация глинистых минералов в песчаниках Боровской зоны, несмотря на схожий состав аллотигенных компонентов, отличается от вышеописанной. Ее скорее можно отнести к каолинит-гидрослюдистой по Г.В. Карповой [5] (рис. 13б). Неизменной составляющей этой ассоциации является монтмориллонит. Хлорит присутствует в виде незначительной примеси. По представлениям многих авторов, например, [2, 10] эволюция монтмориллонитов может идти двумя путями. При наличии в растворе необходимого количества катионов Fe и Mg монтмориллонит через

смешанослойные фазы переходит в хлорит, что, по-видимому, относится к южноуральским породам. При наличии катионов K преобразование этого минерала идет до иллитов. Отсутствие хлоритов может быть связано и со средой осадконакопления. Как известно [10], хлориты кристаллизуются в относительно закрытой среде в восстановительной обстановке. Повышение кислотности среды и развитие окислительной обстановки приводит к разложению исходных фаз на окислы (Fe_2O_3 , MgO , SiO_2 , Al_2O_3 и др.). Вероятно, именно с этим процессом и связано незначительное присутствие хлоритов в красноцветных песчаниках Боровской зоны, несмотря на базальтовый (тефрогенный) состав обломочного материала.

Состав и особенности аутигенных компонентов зауральских песчаников свидетельствуют об активном участии флюидов в их формировании. В первую очередь это относится к карбонатам и каолиниту. Последний не теряет своей значимости даже в сильно измененных (до стадии метазенеза) породах каледонского фундамента (скв. ВК-37), в то время как количество смешанослойных минералов здесь снижается практически вдвое, по сравнению с породами катагенетической зоны. Об образовании каолинита уже после изменения пород до стадии метазенеза свидетельствует отсутствие диккита.

Как известно, например [15], кристаллизация каолинита и кальцита взаимосвязана и происходит под влиянием углекислого газа, содержащегося в подземных водах. Этот газ может иметь как глубинное происхождение, так и образовываться за счет растворения подстилающих карбонатных толщ.

Влияние флюидов, обогащенных SiO_2 , H_2S , Na, Ca, Sr, Ba и другими компонентами [20], отражает также присутствие в породах Боровской зоны жильного кварца, сульфатов, локальные выделения гейландитов и натролитов, и особенно, барита и целестина.

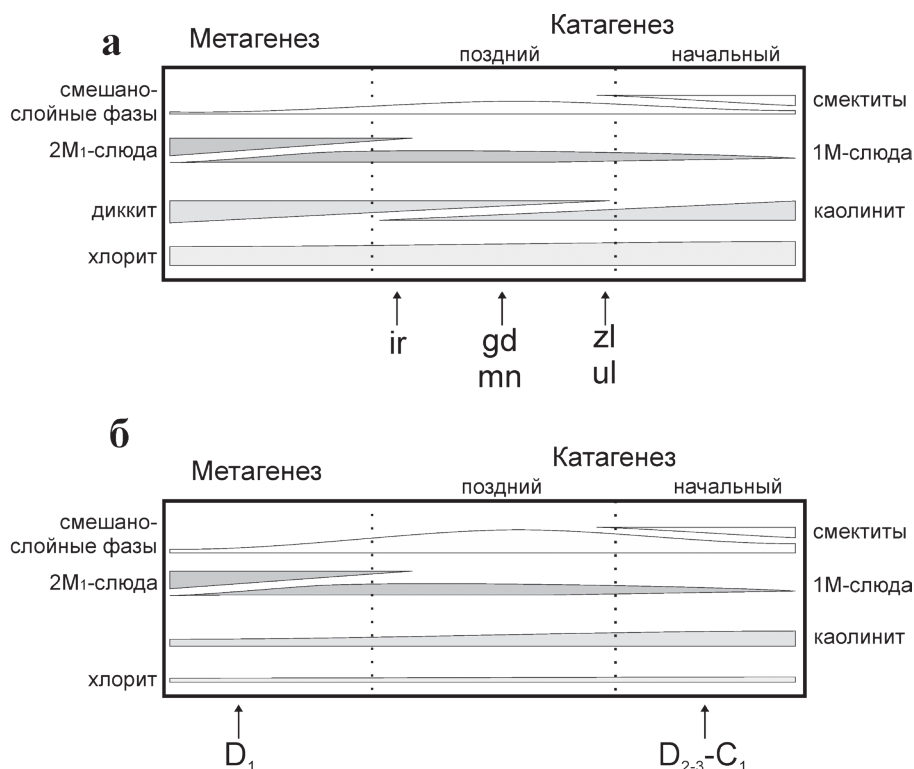


Рис. 13. Схема распределения глинистых минералов цемента на разных стадиях преобразования южноуральских (а) и зауральских (б) песчаников.

ВЫВОДЫ

Таким образом, по составу и характеру распределения глинистых минералов в цементе изученных граувакк, выделяются ассоциации: хлоритовая (в южноуральских песчаниках) и каолинит-гидрослюдастая (в зауральских песчаниках). Степень преобразования южноуральских пород изменчивая: улутауская (D₂₋₃) и зилаирская (D₃) свиты трансформированы до стадии начала позднего катагенеза, мансуровская (D₁) и гадиловская (D₂) – до позднего катагенеза, а ирендыкская (D₁₋₂) – до начала метагенеза. Средне- верхнедевонские и раннекаменноугольные граувакки Боровской зоны изменены до стадии начального катагенеза, а породы каледонского фундамента (скв. ВК-37) – до метагенеза. Следует подчеркнуть, что на зауральские песчаники существенное влияние оказывал также флюидный катагенез. Наличие промывного режима, миграции и вариаций в составе растворов во время кристаллизации аутигенных минералов фиксируется и в Магнитогорской зоне.

Автор выражает глубокую благодарность доценту Казанского (Приволжского) Федерального университета Г.А. Кринари за предоставленную возможность проведения рентгенофазовых анализов и помощь в их расшифровке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дриц В.А., Коссовская А.Г. Слоистые силикаты в земной коре. Сообщение 1. Классификация. Группы каолинит-серпентина и тальк-пирофиллита // Литология и полез. ископаемые. 1984. № 6. С. 3–23.
2. Дриц В.А., Коссовская А.Г. Глинистые минералы: смектиты, смешанослойные образования. М.: Наука, 1990. 214 с.
3. Дриц В.А., Коссовская А.Г. Глинистые минералы: слюды, хлориты. М.: Наука, 1991. 176 с.
4. Ивлев А.И. Магматизм и геодинамика области сочленения Урала и Казахстана. Рудный-Кустанай: СКФ АМР РК, 2008. 500 с.
5. Карпова Г.В. Глинистые минералы и их эволюция в терригенных отложениях. М.: Недра, 1972. 174 с.
6. Кокишина Л.В. Пренит и пумпеллит как индикаторы глубокого катагенеза петрокластических граувакк среднепалеозойских отложений восточного склона Южного Урала // Ежегодник-2009. Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 157. Екатеринбург, 2010. С. 138–141.
7. Коссовская А.Г. Минералогия терригенного мезозойского комплекса Вилуйской впадины и Западного Верхоянья. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 204 с.
8. Коссовская А.Г., Дриц В.А., Александрова В.А. К истории триоктаэдрических слюд в осадочных породах // Литология и полез. ископаемые. 1963. № 2. С. 178–196.
9. Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н. Сравнительный анализ эволюции глинистых минералов в условиях гу-

- мидного и аридного литогенеза // Геология и геофизика. 2008. Т. 49, № 10. С. 965–977.
10. Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н., Жухлистов А.П. Кристаллохимические и морфолого-генетические особенности хлоритов в осадочном чехле земной коры. Статья 1. Источники образования и идентификация разновидностей хлорита // Изв. вузов. Геология и разведка. 2009. № 4. С. 9–19.
 11. Кринари Г.А., Храмченков М.Г. Образование и миграция природных наночастиц в нефтяных пластах. Казань: КГУ, 2009. 228 с.
 12. Маслов В.А., Артюшкова О.В. Стратиграфия и корреляция девонских отложений Сибай-Баймакского района Башкирии. Уфа: ИГ УФНЦ РАН, 2002. 199 с.
 13. Мизенс Г.А. Колебания уровня мирового океана и осадконакопление в девонских глубоководных бассейнах юга Урала // Литосфера. 2003. № 4. С. 43–64.
 14. Мизенс Г.А., Кучева Н.А., Степанова Т.И. и др. Стратиграфия и условия образования девонских и каменноугольных отложений Тобол-Убаганского поднятия и Вагай-Ишимской впадины (юго-западная окраина Западной Сибири) // Литосфера. 2011. № 4. С. 20–44.
 15. Розин А.А., Сердюк З.Я. Преобразование состава подземных вод и пород Западно-Сибирской плиты под воздействием глубинного углекислого газа // Литология и полез. ископаемые. 1970. № 4. С. 102–113.
 16. Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов / В.Н. Шванов, В.Т. Фролов, Э.И. Сергеева и др. СПб.: Недра, 1998. 352 с.
 17. Солотчина Э.П. Структурный типоморфизм глинистых минералов осадочных разрезов и кор выветривания. Новосибирск: Гео, 2009. 234 с.
 18. Формирование земной коры Урала / С.Н. Иванов, В.Н. Пучков, К.С. Иванов и др. М.: Наука, 1986. 248 с.
 19. Шутов В.Д., Коссовская А.Г., Муравьев В.И. и др. Граувакки. М.: Наука, 1972. 345 с.
 20. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Минеральные индикаторы литогенеза. Сыктывкар: Геопринт, 2008. 564 с.
 21. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Минеральные индикаторы вулканогенных продуктов в осадочных толщах. Сыктывкар: Геопринт, 2009. 42 с.

Рецензент Е.А. Предтеченская

Clay minerals in Paleozoic graywackes cement: Magnitogorsk Megazone (the South Ural) and Borovsk Zone (the south-west of Western Siberia)

L. V. Kokshina

Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS

The results of study of clay minerals in Devonian graywackes' cement from two neighboring regions: Magnitogorsk megazone of the South Urals East slope and Borovsk zone of Transuralian region are presented in the article. Trioctahedral chlorites are main part in East-Ural sandstones; this fact was considered using a variety of methods (petrographic analysis, X-ray phase analysis, microprobe and electron-microscopic analysis). Other clay minerals such as mixed-layer phases, montmorillonite and illite, kaolinite and dickite are less common. The content of chlorite is much lower in Siberian rocks. There dominate montmorillonite, illite and kaolinite. In terms of presence one or another clay minerals the postsedimentation alteration degree of rocks are specified; the role of allothigenic components in crystallization process of authigenic minerals, as well as the influence of leaching regime migration and variations in the solution composition are stressed.

Key words: *clay minerals, authigenic minerals, graywackes, sandstones, South Ural, Western Siberia, catagenesis, Devonian, Carboniferous.*