

УДК 549.651.12:551.735.2(470.31)

НОВЫЕ НАХОДКИ АУТИГЕННОГО САНИДИНА В ТЕРРИГЕННЫХ И КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ ГЖЕЛЬСКОГО ЯРУСА ПОДМОСКОВЬЯ

Ю.В. Яшунский¹, И.А. Новиков^{2,3}, А.В. Федоров⁴, И.Г. Быстров⁵, С.В. Гришин¹

¹Геологический институт РАН, Москва

²Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва

³Научно-исследовательский институт глазных проблем, Москва

⁴Российский государственный геологоразведочный университет, Москва

⁵Всероссийский институт минерального сырья, Москва

Поступила в редакцию 11.06.18

Описаны новые находки аутигенного калиевого полевого шпата в терригенных песчано-глинистых и карбонатных отложениях гжельского яруса верхнего карбона, вскрытых в Гжельском карьере кирпичных глин в Московской обл. Для полевого шпата, представленного К-санидином и образующего идиоморфные каймы на поверхности песчаных обломочных зерен КПШ, псевдоскелетные кристаллы и тонкокристаллические агрегаты, псевдоморфно замещающие органогенный карбонатный детрит и агглютинированные раковины прикрепленных фораминифер рода *Ammovertella*, приведены результаты микрозондовых определений химического состава, параметры элементарной ячейки, показатели Al/Si упорядоченности.

Ключевые слова: аутигенный калиевый полевой шпат, санидин, гжельский ярус, верхний карбон, Подмосковье.

Yashunsky Yu.V., Novikov I.A., Fedorov A.V., Bystrov I.G., Grishin S.V. New finds of authigenic sanidine in terrigenous and carbonate rocks of Gzhelian Stage in Moscow Region. Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Series. 2018. Volume 93, part 3. P. 73–80.

The article describes authigenic potassium feldspar from terrigenous sandy-argillaceous and carbonate deposits of the Gzhelian Stage, Upper Carboniferous, discovered in the Gzhel Quarry of brick clays in the Moscow Region. The results of microprobe determinations of the chemical composition, unit cell parameters, and Al/Si ordering indices are given for feldspar, which is represented by K-sanidine and forms idiomorphic fringes on the surface of clastic sand grains of K-feldspar, pseudo-skeletal crystals, and fine-crystalline aggregates pseudomorphically replacing organogenic carbonate detritus and agglutinated shells of overgrowing foraminifers *Ammovertella*.

Key words: authigenic potassium feldspar, sanidine, Gzhelian Stage, Upper Carboniferous, Moscow Region.

В каменноугольных карбонатных отложениях южного крыла Московской синеклизы аутигенный калиевый полевой шпат (КПШ) известен с начала прошлого века, когда М.Ф. Гранжан (Grandjean, 1910) обнаружил в известняках московского яруса среднего карбона в ныне не существующем Мячковском карьере микроскопические (3–25 мкм) идиоморфные кристаллы, определенные им как микроклин. В настоящее время аутигенный КПШ установлен нами в каменноугольных породах, вскрытых в пяти пунктах на территории Московской области (рис. 1).

В Гжельском известковом и Русавкинском карьерах аутигенный КПШ был обнаружен в микрозернистых афанитовых известняках, которые отнесены к кровле новомилетской свиты касимовского яруса верхнего карбона (Алексеев и др., 2015). Это каймы на окатанных обломочных зернах полевых шпатов песчаной размерности, достраивающие эти эродированные зерна до идиоморфных кристаллических

форм с отчетливой триклинной морфологией, а в прослоях, не содержащих обломочных зерен полевых шпатов, санидин присутствует в виде псевдоскелетных футлярных идиоморфных кристаллов (Яшунский и др., 2016).

Идентичные формы аутигенных КПШ установлены в Домодедовском карьере (Махлина и др., 2001; Goreva et al., 2009) в органогенно-детритовых известняках коробчеевской, домодедовской и песковской свит мячковского подъяруса московского яруса среднего карбона и суворовской свиты кревякинского подъяруса касимовского яруса верхнего карбона (Яшунский и др., 2017). Помимо этого, в маломощных прослоях доломитизированных глин на границе щуровской свиты подольского подъяруса и коробчеевской свиты мячковского подъяруса, а также в средней части домодедовской свиты нами впервые были описаны псевдоморфозы тонкокристаллического аутигенного КПШ по известковому органогенному детриту. Аналогичные псевдомор-



Рис. 1. Расположение карьеров: 1 – Гжельский глиняный, 2 – Гжельский известковый, 3 – Русавкинский, 4 – Домоделовский, 5 – Подольский, 6 – Мячковский

фозы найдены в тонком прослое доломитизированных глин, залегающих на границе шуровской и коробчеевской свит в Подольском, ныне рекультивированном карьере (Яшунский и др., 2017).

По данным микронзондового анализа, химический состав всех морфологических форм аутигенных КППШ, обнаруженных в четырех карьерах, оказался весьма постоянным, с подавляющим преобладанием K_2O над Na_2O и крайне низкими содержаниями CaO и BaO в катионной части. Также почти одинаковыми для всех проб оказались значения параметров элементарных ячеек и показателей Al/Si упорядоченности в структурно неэквивалентных тетраэдрических позициях, рассчитанных по данным дифракционных спектров (Яшунский и др., 2016, 2017). Полученные результаты позволяют, согласно классификации Б.Е. Боруцкого (2003), идентифицировать аутигенные КППШ всех объектов как высокий К-санидин.

В последнее время аутигенный КППШ был установлен нами не только в карбонатных, но и в терригенных отложениях гжельского яруса верхнего карбона, обнаженных в карьере Гжельского месторождения кирпичных глин (рис. 1).

Объекты исследований

Гжельское месторождение кирпичных глин расположено в 1–2 км к северу от железнодорожной ст. Гжель в Раменском р-не Московской обл., в 0,1–0,8 км северо-восточнее дер. Коняшино. В этом районе издавна добывались среднеюрские (байосские) огнеупорные «гжельско-кудиновские глины», в связи с чем особенности его геологического строения неплохо изучены (Успенский, Дмитриев, 1927; Хименков, 1931; Даньшин, 1947 и др.).

Разработка красноцветных каменноугольных глин шелковской свиты началась значительно позднее, вероятно, после Великой Отечественной войны. Они добывались в неглубоких (до 10–12 м) обширных карьерах, которые по окончании их эксплуатации заполнялись водой почти полностью. По мере отработки карьеры смещались от железнодорожной станции в северо-западном направлении ближе к дер. Коняшино. В настоящее время добыча глин приостановлена, частично доступен самый северо-западный карьер.

К сожалению, детальные литолого-биостратиграфические исследования толщи глин свиты, вскрытой в карьерах, не проводились, несмотря на то, что они многие десятилетия были и остаются одним из интереснейших объектов студенческих геологических практик, проводящихся геологическими вузами Москвы. Основным описанием до сих пор остается краткая характеристика, данная В.А. и А.А. Апрдовыми (1963). В 1975 г. разрез, вскрытый в одном из карьеров, демонстрировался участникам Подмосковной экскурсии 8 Международного конгресса по стратиграфии и геологии карбона (Махлина, Иванова, 1975). В карьере была видна глинистая толща мощностью почти 11 м, в 3 м от подошвы залегала пара маломощных (0,2 м) прослоев песчаных известняков, а в интервале 6–9 м преобладали алевролиты, сверху с прослоем песчаника толщиной 0,3 м. На борту карьера к этому конгрессу была пробурена скважина бк (Махлина, 1975), которая вскрыла шелковскую свиту на полную мощность, составившую 14 м, с зелеными глинами в нижней части, содержащими остатки мшанок и брахиопод. Таким образом, здесь вскрыта только верхняя часть шелковской свиты. Есть основания думать, что по площади месторождения разрез этой свиты не остается постоянным, а испытывает довольно существенные фашиальные изменения, которые пока не изучены. В последние десятилетия в наиболее восточных частях выработок стали видны перекрывающие глины доломиты амеровской (или турабьевской) свиты.

Согласно недавно уточненной схеме расчленения гжельского яруса в стратотипической местности (Алексеев и др., 2015) на месторождении вскрыты отложения шелковской и турабьевской свит добрятинского горизонта.

Большая часть отложений разреза шелковской свиты, видимых в карьере в последние годы, сложена кирпично-красными слабоалевритистыми глинами с пятнами и прослоями зеленовато-серого цвета. В основании глин залегают песчаники (1–2 м) мелко- и среднезернистые зеленовато-серые, местами кирпично-красные, полимиктовые полевошпат-кварцевые, слюдяные, горизонтально- и косослоистые. Присутствует небольшое количество карбонатного раковинного детрита и редкие целые створки раковин брахиопод семейства Orthotetidae. Цемент песчаников базальный, глинистый,

в среднезернистых разностях базальный кальцитовый, «гороховидный». В кровле глин шелковской свиты в ряде карьерных выработок залегает серия маломощных (5–30 см) прослоев и линз протяженностью до 10 м тонко-, мелко- и среднезернистых глинистых песков и песчаников зеленовато-серого цвета. В глинистом цементе зеленовато-серых разностей песчаников подошвы и кровли содержится тонкокристаллический пирит, в кирпично-красных разностях – псевдоморфозы гидроксидов железа по пириту. Согласно современным представлениям, терригенные породы шелковской свиты являются авандельтовыми отложениями (Реймерс и др., 2013).

Выше по резкой границе залегают светло-желтые пористые и кавернозные тонкозернистые доломиты турабьевской свиты с большим количеством ядер пелеципод, гастропод и брахиопод, их видимая мощность 1,5–2,5 м. В кровле доломитов местами отмечается прослой (5–30 см) рыхлой однородной микрочернистой (0,01–0,02 мм) доломитовой муки белого и желтого цвета, представляющей собой кору выветривания (рис. 2).

Материал и методы исследований

Для извлечения зерен полевых шпатов глины и глинистые песчаники (0,2 кг) обрабатывались 10%-ным водным раствором пирофосфата натрия (ЧДА) при комнатной температуре, песчаники с карбонатным цементом (пробы весом 0,2 кг) и доломиты (1–2 кг) – 10%-ным раствором соляной кислоты (ЧДА) при комнатной температуре. Из рыхлой доломитовой муки (1–2 кг) зерна полевых шпатов извлекались из фракции +0,1 мм после просеивания проб на сите.

Химический состав. Количественный химический состав калиевых полевых шпатов изучался на электронно-зондовом микроанализаторе JXA-8100 (JEOL, Япония).

Анализ выполнялся в полированных препаратах с углеродным напылением при ускоряющем напряжении 20 кВ, токе на цилиндре Фарадея 20 нА и диаметре зонда 1 мкм. Время экспозиции на основные элементы составляло 10 сек. Для элементов Si, Na, Fe, K, Al, Mg, Mn, Ca, Ti использовались аналитические линии $K\alpha$ -серии, для Ba и Sr – $L\alpha$ -серии. Кристаллы-анализаторы: для Si, Na, Al, Mg, Sr – TAP, для Mn, Fe, Ba – LIF, для Ti, Ca и K – PETH. Используемые стандарты: Si, K – $KAlSi_3O_8$, Na – $NaAlSi_3O_8$, Fe – $Fe_3Al_2Si_3O_{12}$, Al – $AlPO_4$, Ca – $Ca_5P_3O_{12}Cl$, Mg – $CaMgSi_2O_6$, Mn – $MnSiO_3$, Ti – TiO_2 , Ba – $BaSO_4$, Sr – $SrSO_4$. Расчет поправок осуществлялся по методу ZAF-коррекции с использованием программы фирмы JEOL.

Изображения агрегатов полевого шпата в отраженных и обратно рассеянных электронах были получены на сканирующем электронном микроскопе Zeiss EVO LS10 (Carl Zeiss, Германия), оснащенном энергодисперсионным спектрометром Oxford X-Max50 (Oxford, Соединенное Королевство).

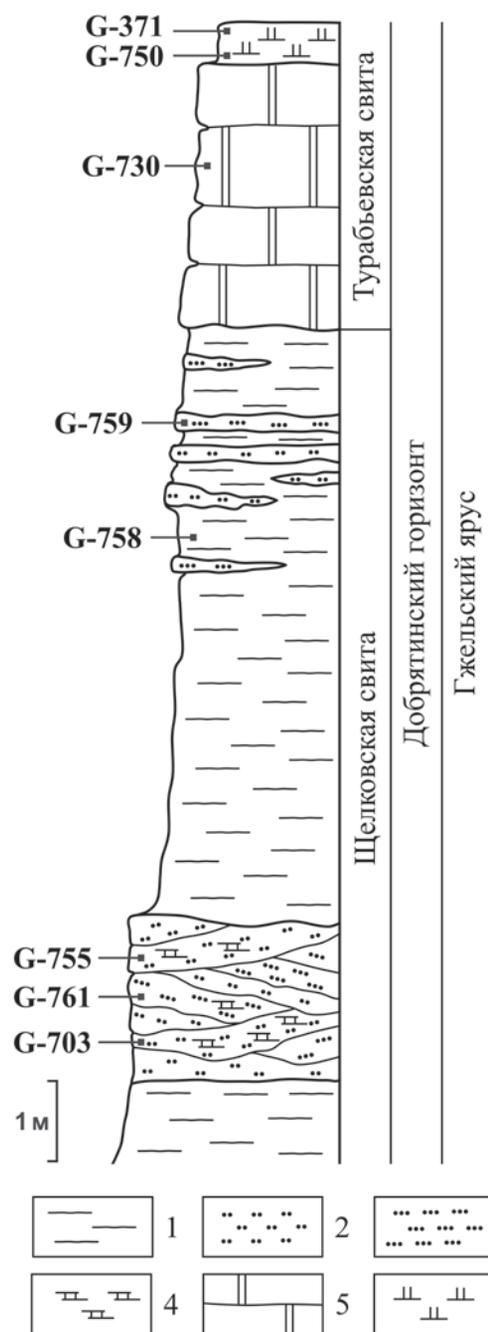


Рис. 2. Схематический сводный разрез отложений гжельского яруса в Гжельском глиняном карьере: 1 – глины кирпично-красные, 2 – пески и песчаники среднезернистые, 3 – пески и песчаники тонкозернистые, 4 – спорадический и базальный кальцитовый цемент в песках и песчаниках, 5 – доломиты, 6 – доломитовая мука

Рентгенофазовый анализ. Рентгенографические измерения выполнены на приборе ДРОН-3М с использованием рентгеновской трубки с Cu-анодом и Ni фильтром. Режим работы трубки: $V = 30$ кВ, $I = 30$ мА. Запись дифракционных спектров производилась в диапазоне $10\text{--}60^\circ 2\theta$ с шагом $0,02^\circ$. В качестве внутреннего стандарта использовался металлический кремний. Расчет параметров кристаллической ячейки проводился по программе KRISTPAR.

Морфология, состав и структура аутигенных КПШ

Аутигенные калиевые полевые шпаты установлены во всех литологических разностях терригенных и карбонатных отложений гжельского яруса, вскрытых карьером.

Как и на вышеперечисленных объектах здесь встречены все морфологические типы КПШ, однако абсолютно доминирующими являются зо-

нальные зерна, центральные части которых (ядра) сложены песчаными обломочными полевыми шпатами различной степени окатанности, а внешние — бесцветными, водянопрозрачными аутигенными каймами с резко идиоморфными гранями, ребрами и вершинами (рис. 3). В пределах каждого зерна толщина кайм непостоянна и составляет 0,01–0,05 мм. Каймы повсеместно образуют контактный цемент, скрепляя вместе до 5–15 песчаных зерен любого состава (рис. 3, а, б, г, д).

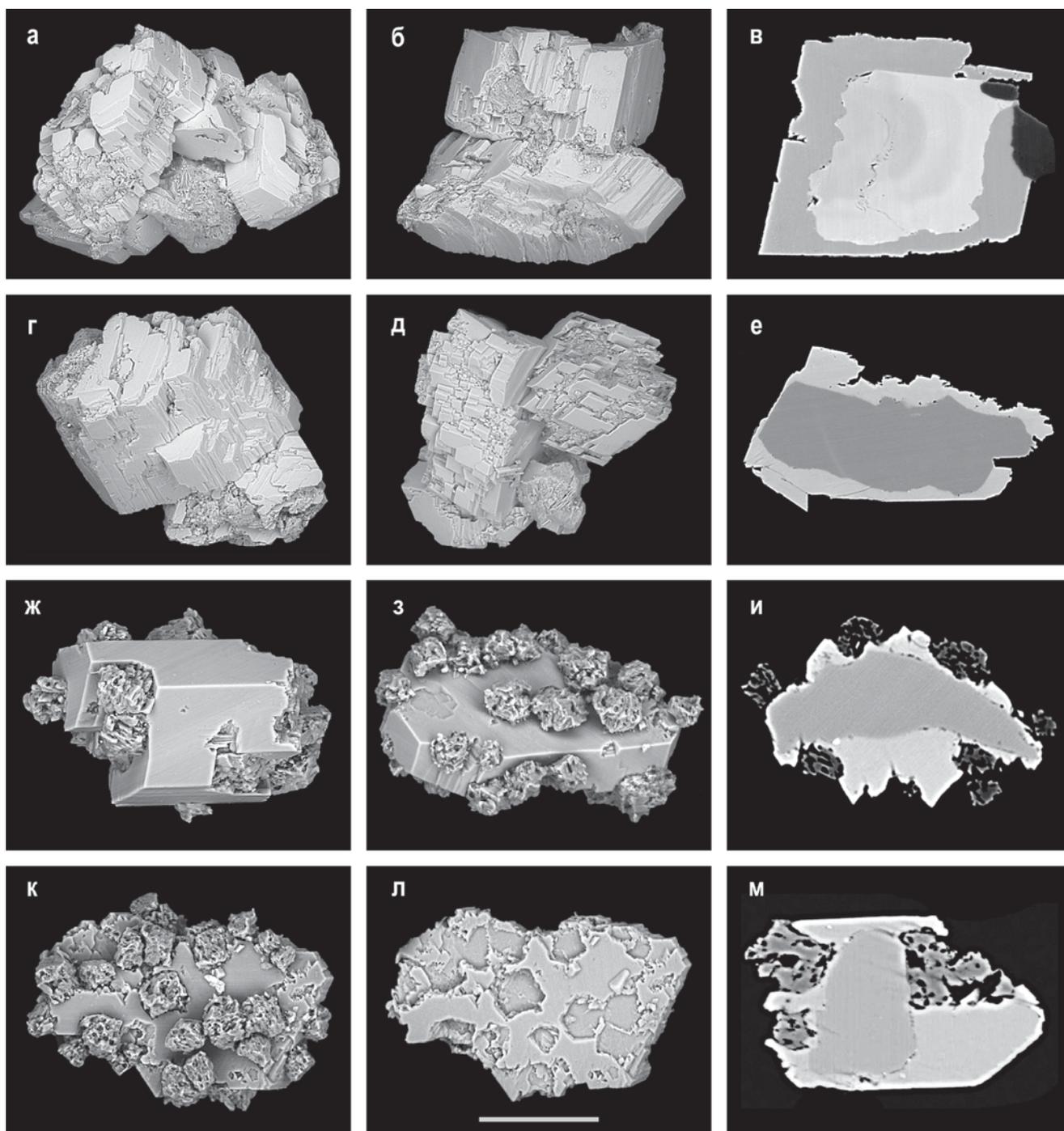


Рис. 3. Зональные зерна КПШ с аллотигенным ядром и аутигенной каймой из Гжельского глиняного карьера: а–в — зеленовато-серые среднезернистые песчаники шелковской свиты (обр. G-703); г–е — кирпично-красные глины шелковской свиты (обр. G-758); ж–м — доломитовая мука турабьевской свиты (обр. G-750). Пояснения в тексте. РЭМ, в, е, и, м — полированные препараты, изображения в обратнорассеянных электронах. Длина масштабной линейки для всех снимков 0,05 мм

Поскольку при извлечении зональных зерен КПШ из дезинтегрированной и рыхлой доломитовой муки пробы не обрабатывались соляной кислотой, то на зернах сохранились кристаллы доломита. На рис. 3, ж—м видно, что вначале на зерна обломочных полевых шпатов нарастали ромбоэдрические кристаллы доломита и только потом на оставшихся свободных участках поверхности образовывались каймы аутигенного КПШ. Наиболее отчетливо это видно в полированных препаратах (рис. 3, и, м), а также на одном из зерен, на котором после фотографирования кристаллы доломита были удалены соляной кислотой (рис. 3, к, л).

Псевдоскелетные кристаллы аутигенного КПШ были установлены только в доломитах турабьевской свиты (рис. 4, а).

Тонкокристаллические агрегаты аутигенного КПШ в значительном количестве встречены в тонкозернистых полевошпат-кварцевых песчаниках с кальцитовым цементом, залегающих в основании видимого разреза шелковской свиты, а также, но в меньшем количестве, в доломитовой муке кровли доломитов турабьевской свиты (рис. 4, б). Во всех случаях агрегаты сложены бесцветными и прозрачными кристаллами полевого шпата размером 0,002–0,005 мм, реже 0,015–0,020 мм. Морфология кристаллов примитивна и однообразна с преобладанием простых форм (110) и (1 $\bar{1}$ 0), что позволяет отнести их к адуляровому габитусному типу (Боруцкий, 2003).

В песчаниках с кальцитовым цементом шелковской свиты в большом количестве встречены псевдоморфозы тонкокристаллического аутигенного полевого шпата по раковинам фораминифер *Ammovertella* sp. (отряд Ammodiscida, семейство Ammodiscidae), обычных для отложений гжельского яруса стратотипической местности (Махлина и др., 1984). При образовании псевдоморфоз в агглютинированных стенках раковин, состоящих из мелких зерен кварца и секреторного известкового цемента, алюмосиликат замещает только цемент, не затрагивая кварцевые зерна. Это отчетливо видно на изображении, приведенном на рис. 4, д и полученном путем дифференцированного микрокартирования распределения кремния и калия во фрагменте раковины такой фораминиферы (рис. 4, г) — более светлые участки указывают на преобладание Si над K, что соответствует зернам кварца в агрегате тонкокристаллического КПШ.

В этих же песчаниках найдены псевдоморфозы аутигенного КПШ по створкам раковин брахиопод семейства Orthotetidae (рис. 4 е, ж). Интересно отметить, что в известняках, доломитизированных известняках и доломитизированных глинах московского яруса среднего карбона Домодедовского и Подольского карьеров с массовыми псевдоморфозами

аутигенного КПШ по органогенному детриту замещение кальцитовых сворок брахиопод не наблюдалось.

Помимо явных форм замещения встречаются агрегаты неправильной формы размером 0,1–0,2 мм, которые, возможно, тоже являются псевдоморфозами по известковому, но не диагностируемому детриту. Иногда тонкокристаллический КПШ наряду с кальцитом цементирует песчаные зерна.

По данным микрозондового анализа, элементный состав аутигенных кайм зональных зерен существенно отличается от состава обломочных ядер. Если в последних содержания K_2O , Na_2O , CaO, BaO и SrO колеблются в достаточно широких пределах, то в аутигенных каймах вне зависимости от литологического состава вмещающих пород эти содержания весьма постоянны (табл. 1). Аутигенные каймы, в отличие от ядер, характеризуются крайне низкими средними содержаниями Na_2O (0,08%), CaO (0,09%), BaO (0,05%) и SrO (0,04%), а также MgO (0,02%), TiO_2 (0,03%), MnO (0,03%) и Fe_2O_3 (0,05%).

Состав полевого шпата в аутигенных тонкокристаллических агрегатах оказался практически идентичным составу алюмосиликата в аутигенных каймах (табл. 1).

Расчитанные по данным дифракционных спектров параметры элементарной ячейки и показатели Al/Si упорядоченности в структурно неэквивалентных тетраэдрических позициях (табл. 2), а также химический состав (табл. 1), позволяют идентифицировать аутигенный полевой шпат, содержащийся в терригенных и карбонатных породах Гжельского месторождения кирпичных глин как высокий К-санидин.

Полное совпадение химического состава, кристаллической структуры и морфологических особенностей всех разновидностей аутигенных КПШ изученных объектов позволяет сделать предположение о существовании единого процесса формирования этого минерала в породах среднего и верхнего карбона юга Московской синеклизы. Возможно, этим процессом был гравитационно-расплавный эпигенез, с которым многие исследователи (Поликарпов и др., 1979; Махнач, 1989; Чайковский и др., 2013; Hagen et al., 2001; Leitner, 2015) связывают формирование аутигенной полевошпатовой минерализации в осадочных карбонатных породах, не подвергавшихся существенным термобарическим воздействиям.

Авторы признательны А.С. Алексееву за консультации по стратиграфическому положению вскрытых карьером толщ и помощь в определении систематической принадлежности агглютинирующих фораминифер.

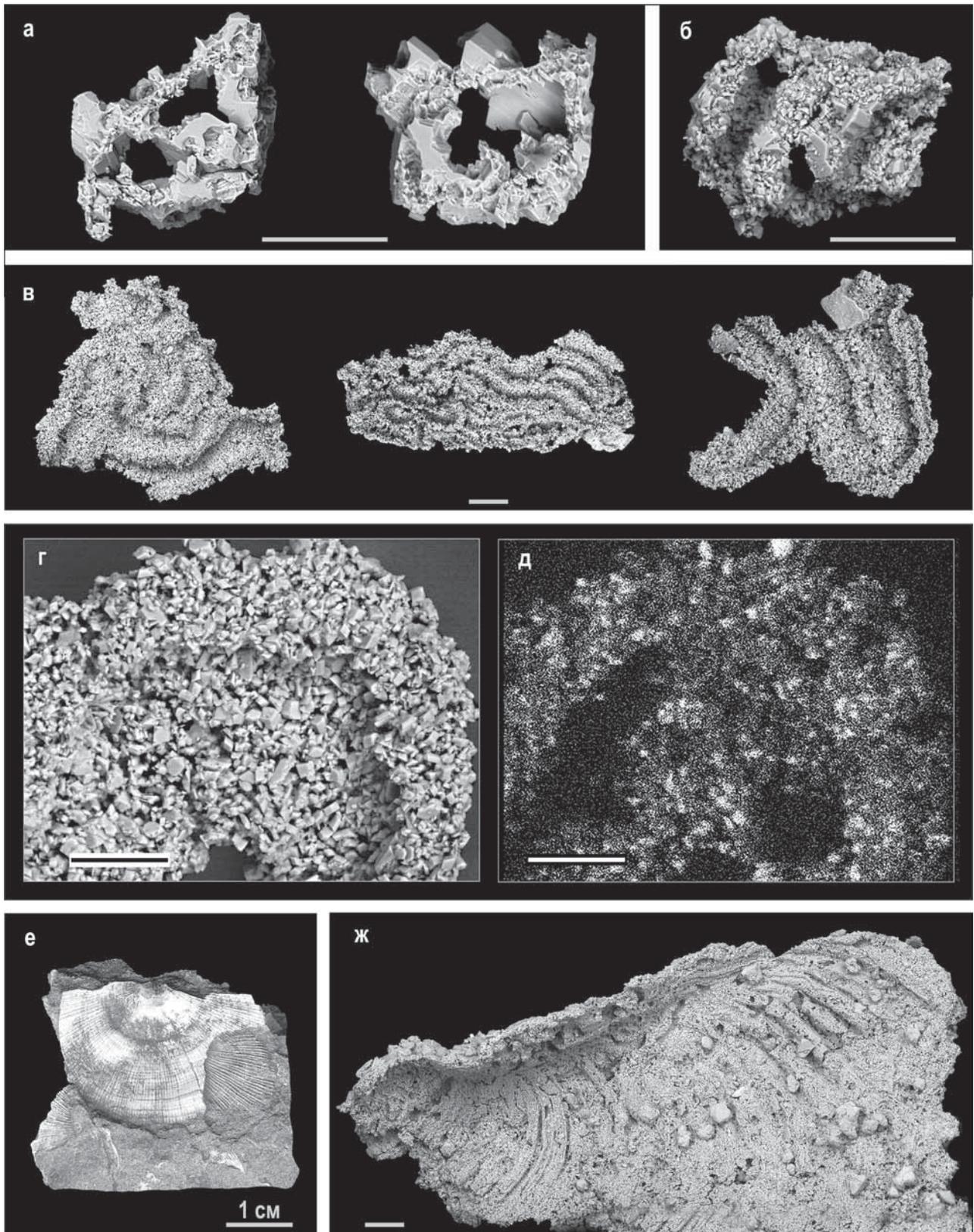


Рис. 4. Псевдоскелетные кристаллы и тонкокристаллические агрегаты аутигенного КПШ из Гжельского глиняного карьера: а – псевдоскелетные кристаллы из доломитов турабьевской свиты (обр. G-730); б – тонкокристаллические агрегаты из доломитовой муки турабьевской свиты (обр. G-730); в–ж – песчаники шелковской свиты: в – псевдоморфозы по раковинам фораминифер *Ammovertella* sp. (обр. G-761); г – фрагмент псевдоморфозы КПШ по стенке раковины фораминиферы *Ammovertella* sp., д – изображение то же, что и г, но с данными дифференцированного элементного микрокартирования, демонстрирующего преобладание кремния над калием, что соответствует зернам кварца в массе аутигенного КПШ; е – створки раковин брахиопод семейства *Orthotetidae*, ж – псевдоморфоза по створке раковины брахиоподы семейства *Orthotetidae* (обр. G-761). РЭМ, а, б, в, г, ж – изображения в обратнорассеянных электронах; д – изображение элементного микрокартирования; е – оптическое изображение. Длина неподписанных масштабных линеек – 0,1 мм

Таблица 1

Средние содержания компонентов (масс. %) в аутигенных КППШ и диапазоны содержаний в аллотигенных ядрах в зональных зернах (в скобках – количество аналитических определений состава)

Компонент	Тонкокристаллические агрегаты	Зональные зерна						
		Аутигенные каймы						Аллотигенные ядра
		G-761 (15)	G-703 (57)	G-755 (7)	G-758 (14)	G-759 (8)	G-750 (17)	
K ₂ O	16,05	16,47	16,67	16,73	16,71	16,40	16,70	9,26–15,99
Na ₂ O	0,07	0,08	0,09	0,05	0,09	0,07	0,07	0,38–5,14
CaO	0,06	0,07	0,17	0,07	0,05	0,08	0,07	0–0,41
BaO	0,01	0,06	0,09	0,04	0,05	0,03	0,04	0–2,73
SrO	0,01	0,03	0,06	0,05	0,04	0,03	0,04	0–0,18
SiO ₂	65,26	64,62	64,01	64,19	64,17	65,02	64,33	62,86–66,22
Al ₂ O ₃	18,15	18,31	18,59	18,61	18,74	18,02	18,32	18,03–19,44
MgO	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0–0,15
TiO ₂	0,03	0,03	0	0,04	0,04	0	0,04	0–0,22
MnO	0,03	0,03	0,06	0,01	0,01	0,02	0,02	0–0,22
Fe ₂ O ₃	0,05	0,03	0,04	0,07	0,04	0,05	0,05	0–0,35
Сумма	99,74	99,74	99,78	99,86	99,96	99,92	99,69	99,31–100,46

Таблица 2

Формулы усредненного состава и результаты расчета порошковых рентгенограмм аутигенных КППШ

Карьер	Тип КППШ	Формула усредненного состава	Параметры элементарной ячейки				Показатели Al/Si упорядоченности		
			a	b	c	β	T(1) = 2t ₁	T(2) = 2t ₂	t ₁ - t ₂
G	1	(K _{0,984} Na _{0,007} Ba _{0,001} Sr _{0,001} Ca _{0,004})[Al _{1,009} Si _{2,990} O ₈] (115)							
	2	(K _{0,979} Na _{0,007} Ba _{0,001} Sr _{0,001} Ca _{0,004})[Al _{0,996} Si _{3,001} O ₈] (15)	8,587(8)	13,004(5)	7,187(6)	116,00(6)	0,67	0,33	0,35
DM*	1	(K _{0,960} Na _{0,006} Ba _{0,001} Sr _{0,001} Ca _{0,003})[Al _{0,994} Si _{3,008} O ₈] (143)							
	2	(K _{0,975} Na _{0,006} Ba _{0,001} Sr _{0,001} Ca _{0,006})[Al _{0,994} Si _{3,003} O ₈] (127)	8,5881(7)	13,0036(13)	7,1688(6)	116,044(2)	0,57	0,43	0,15
PD*	2	(K _{0,959} Na _{0,004} Ba _{0,001} Sr _{0,001} Ca _{0,005})[Al _{0,996} Si _{3,006} O ₈] (37)	8,5908(10)	13,0129(17)	7,1695(8)	116,044(3)	0,55	0,45	0,11
RS**	1	(K _{0,979} Na _{0,004} Ba _{0,001})[Al _{0,981} Si _{3,017} O ₈] (11)	8,591(10)	13,000(20)	7,1915(15)	116,01(1)	0,70	0,40	0,30

Примечания: карьеры: G – Гельский глиняный, DM – Домодедовский, PD – Подольский, RS – Русавкинский; типы КППШ: 1 – каймы в зональных зернах, 2 – тонкокристаллические агрегаты. В скобках – количество аналитических определений для расчета усредненного состава. Источники данных: * – Яшунский и др., 2016, ** – Яшунский и др., 2017.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев А.С., Горева Н.В., Исакова Т.Н., Коссовая О.Л.* Новая схема литостратиграфического расчленения пограничных отложений касимовского и гжельского ярусов Подмосковья // Бюл. РМСК по центру и югу Русской платформы. Вып. 6 / Ред. С.М. Шик и А.С. Алексеев. М.: РМСК по центру и югу Русской платформы, 2015. С. 46–60.
- Апродов В.А., Апродова А.А.* Движения земной коры и геологическое прошлое Подмосковья (учебные геологические экскурсии в окрестностях Москвы). М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963. 267 с.
- Боруцкий Б.Е.* Калиевый санидин // Минералы: Справочник. Т. 5. Вып. I. Каркасные силикаты. Силикаты с разорванными каркасами, полевые шпаты / Ред. Н.Н. Мозгова, М.Н. Соколова. М.: Наука, 2003. С. 196–226.
- Даньшин Б.М.* Геологическое строение и полезные ископаемые Москвы и ее окрестностей. М.: Изд-во МОИП, 1947. 308 с.
- Иванова Е.А., Махлина М.Х.* Верхний карбон // Путеводитель экскурсии по разрезам карбона Подмосковного бассейна / Ред. В.С. Яблоков и др. 8 Международный конгресс по стратиграфии и геологии карбона. Москва. 1975. М.: Наука, 1975. С. 33–40.
- Махлина М.Х.* Пункт 10. Скважина 6-к в 1,5 км к северу от ст. Гжель, близ карьера глин // Путеводитель экскурсии по разрезам карбона Подмосковного бассейна / Ред. В.С. Яблоков и др. 8 Международный конгресс по стратиграфии и геологии карбона. Москва. 1975. М.: Наука, 1975. С. 66–68.
- Махлина М.Х., Алексеев А.С., Горева Н.В.* и др. Средний карбон Московской синеклизы (южная часть). Т. 1. Стратиграфия. М.: Палеонтол. ин-т РАН, 2001. 244 с.
- Махлина М.Х., Иванова Е.А.* Пункт 11. Стратотипические разрезы низов гжельского яруса в карьерах близ ст. Гжель // Путеводитель экскурсии по разрезам карбона Подмосковного бассейна / Ред. В.С. Яблоков и др. 8 Международный конгресс по стратиграфии и геологии карбона. Москва. 1975. М.: Наука, 1975. С. 68–70.
- Махлина М.Х., Исакова Т.Н., Жулитова В.Е.* Верхний карбон в Подмосковье // Верхний карбон СССР. Тр. Межведомственного стратиграфического комитета СССР. Т. 13. М.: Наука. 1984. С. 5–14.
- Махнач А.А.* Катагенез и подземные воды. Минск: Наука и техника, 1989. 335 с.
- Поликарпов А.И., Поляковский В.Я., Мелкова Н.В.* О значении аутигенных калиевых полевых шпатов в породах соляно-мергельной толщи Верхнекамского калийного месторождения // Зап. Всес. минерал. об-ва. 1979. Ч. 108, вып. 4. С. 471–475.
- Реймерс А.Н., Алексеев А.С., Ермакова Ю.В.* Позднекаменноугольно-раннепермские климатические колебания и биотические события // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2013. Т. 88, вып. 1. С. 41–48.
- Успенский В.И., Дмитриев Т.С.* Гжельские глины (Гжельско-Карповский, Кудиноковский и Павловский районы разработок глин) // Изд. Богородского ин-та краеведения. 1927. Т. 1. 73 с.
- Хименков В.Г.* О геологических условиях залегания гжельско-кудиновокских глин и об их происхождении // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1931. Т. 9, вып. 1–2. С. 33–59.
- Чайковский И.И., Чиркова Е.П.* Аутигенные полевые шпаты Верхнекамского месторождения солей // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Сб. науч. статей. Вып. 16. Пермь: Пермск. гос. нац. иссл. ун-т, 2013. С. 68–74.
- Яшунский Ю.В., Новиков И.А., Гришин С.В.* и др. Замещение карбонатного органогенного детрита калиевым полевым шпатом // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2017. Т. 92, вып. 2. С. 58–64.
- Яшунский Ю.В., Новиков И.А., Шкурский Б.Б.* и др. Аутигенный калиевый полевой шпат из известняков верхнего карбона Московской области // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2016. Т. 91, вып. 6. С. 49–61.
- Goreva N.V., Isakova T.N., Alekseev A.S.* et al. Domodedovo section. Neostatotype of Moscovian Stage and Myachkovian Substage // Type and reference Carboniferous sections in the south part of the Moscow Basin. Field trip guidebook, August 11–12, 2009 of the International Field Meeting of the I.U.G.S. Subcommittee on Carboniferous Stratigraphy “The historical type sections, proposed and potential GSSP of the Carboniferous in Russia” / Eds. A.S. Alekseev, N.V. Goreva. Moscow: Borissiak Paleontological Institute of RAS, 2009. P. 65–90.
- Grandjean M.F.* Deuxième note sur le feldspath néogène des terrains sédimentaires non métamorphiques // Bull. Soc. Franç. Minéral. 1910. T. 33. P. 92–97.
- Hagen E., Kelley S.P., Dypvik H.* et al. Direct dating of authigenic K-feldspar overgrowths from the Kilombero Rift of Tanzania // J. Geol. Soc. London. 2001. Vol. 158, N 5. P. 801–807.
- Leitner C.* Authigenic K-feldspar in salt rock (Haselgebirge Formation, Eastern Alps) // Geophys. Res. Abstr. 2015. Vol. 17. EGU2015-7010.

Сведения об авторах: *Яшунский Юрий Владимирович* — канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр. отдела тектоники ГИН РАН, *e-mail:* yuyashunsky@gmail.com; *Новиков Иван Александрович* — инж. лаб. рудных месторождений ИГЕМ РАН, *e-mail:* toiaia@rambler.ru; *Гришин Сергей Викторович* — инж. лаб. стратиграфии фанерозоя ГИН РАН, *e-mail:* grishin69@mail.ru; *Федоров Андрей Валерьевич* — инж. лаб. физических методов исследования руд и минералов РГГУ, *e-mail:* valerich@mail.ru; *Быстров Иван Георгиевич* — канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр. минералогического отдела ВИМС, *e-mail:* bysivg@gmail.com