

## ПОЗДНЕКАЙНОЗОЙСКАЯ КОРА ВЫВЕТРИВАНИЯ МЕЖДУРЕЧЬЯ ОЛЫМ–ВЕДУГА–ДЕВИЦА (КУРСКАЯ И ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТИ)

А. Д. Савко, В. А. Свиридов

*Воронежский государственный университет*

Поступила в редакцию 3 июля 2015 г.

**Аннотация:** *позднекайнозойская кора выветривания карстово-площадного типа развита на мергельных породах сантона и перекрыта неоген-четвертичными отложениями. Она распространена на водораздельных участках рельефа, её морфология повторяет его контуры. Макроскопически выветривание выражается в осветлении мергелей, первоначально имеющих серовато-зеленоватую окраску. По данным прецизионных исследований, коры выветривания сложены минералами кремнезема (опал, кварц, кристобалит, тридимит), филлосиликатов (гидрослюда, монтмориллонит), цеолитом, представленного клиноптилолитом, значительные количества которого позволяет рассматривать его в качестве одного из основных породообразующих компонентов. В заметных содержаниях также присутствует остаточный кальцит, развитый преимущественно в нижних частях профиля выветривания. В резко подчиненном количестве встречаются глауконит, каолинит, минералы тяжелой фракции. Образование коры выветривания происходило в неоген-четвертичное время при формировании в условиях климата, близкого к умеренному. Цеолитсодержащие породы, аналогичные таковым для Поддубенского и Хотынецкого месторождений, могут использоваться в качестве сорбентов, кормовых добавок и в строительной промышленности.*

**Ключевые слова:** *кора выветривания, цеолиты, кальцит, минералы кремнезема.*

### LATE CENOZOIC WEATHERING CRUST OF THE OLYM–VEDUGA–DEVITSA INTERFLUVE (KURSK AND VORONEZH REGIONS)

**Abstract:** *LATE CENOZOIC WEATHERING CRUST OF KARST-AREAL TYPE OCCUPIES THE SANTONIAN MARLS UNDER NEOGENE AND QUATERNARY DEPOSITS. IT SPREADS UPON THE WATER-DIVIDES TOPOGRAPHY LOCATIONS, FOLLOWING CONTOURS. WEATHERING DISPLAYS IN BLEACHING OF THE ORIGINALLY GRAYISH-GREENISH MARLS. ACCORDING TO PRECISION ANALYSIS OF WEATHERING CRUST ARE COMPOSED FROM MINERALS OF SILICA (OPAL, QUARTZ, CRISTOBALITE, TRIDYMITE), PHYLLOSILICATES (HYDROMICA, MONTMORILLONITE), ZEOLITE (CLINOPTILOLITE REPRESENTS). THE SIGNIFICANT AMOUNT OF CALCITE LET US CONSIDER IT AS A ROCK-FORMING MINERAL AND ONE FROM THE MAIN COMPONENTS. GLAUCONITE, KAOLINITE, HEAVY FRACTION MINERALS ARE IN SHARP SUBORDINATED QUANTITY. THE FORMATION OF WEATHERING CRUST HAD TAKEN PLACE IN NEOGENE AND QUATERNARY OCCURRED IN CONDITIONS OF SUB-TROPICAL CLIMATE. ZEOLITE-BEARING ROCKS ARE SIMILAR TO PODDUBENSKOYE AND HOTYNETS DEPOSITS CAN BE USED AS ADSORBENTS, FEED ADDITIVES AND IN CONSTRUCTION INDUSTRY.*

**Key words:** *WEATHERING CRUST, ZEOLITES, CALCITE, MINERALS OF SILICA.*

Позднекайнозойская кора выветривания (КВ) рассматриваемой территории (рис. 1) развита на образованиях сантона верхнего отдела меловой системы. Они залегают вблизи дневной поверхности, сложены мергельными породами и обычно перекрываются неоген-четвертичными отложениями. С этими образованиями могут быть связаны месторождения цеолитового сырья [1, 2], которое используется во многих отраслях промышленности, в том числе для мелиорации почв, производства тепличных субстратов, диетических добавок в корма, вяжущих стройматериалов. Кроме того, они применяются для обезвреживания отходящих газов и жидких стоков,

дезактивации отходов производства, водоподготовки, рекультивации и т.д.

В 2012–2014 гг. на рассматриваемой территории были проведены геолого-съёмочные работы ГДП-200, в ходе которых были получены новые материалы по распространению и геологии цеолитоносных образований, в том числе керн скважин, который был изучен прецизионными методами. С использованием фондовых источников составлены геологические колонки, разрез и карта КВ по сантонским отложениям. Отобрано 19 образцов из 3-х скважин, изученных с помощью 20 рентгеновских, 120 электронномикроскопических и нескольких зондовых анализов. Эти



Рис. 1. Обзорная схема района работ.

материалы легли в основу настоящей работы. Основной её целью было изучение геологии, минерального состава и генезиса коры выветривания на породах сантона для последующей оценки возможностей их практического использования.

### Геология коры выветривания

Распространение КВ подчинено особенностям неоген-четвертичного рельефа, облекая его формы.

Она располагается на различных гипсометрических отметках (рис. 2, 3), обычно развита по широко распространенным породам сантона, которые подстилаются пясчими мелями туронского и коньякского ярусов, а перекрываются палеогеновыми киевскими глинами (обычно в карстовых воронках) и неоген-четвертичными (рис. 4) образованиями. Породы коры выветривания приурочены к водораздельным пространствам, где наблюдается уменьшение мощности образований в сторону склонов. Они разделены речными долинами и оврагами (см. рис. 3). Мергели коры выветривания представляют собой опоковидную породу, имеют серовато-белый цвет, достаточно плотные с неровным изломом, на ощупь глинистые, их мощность достигает 5–7 м. Контакт с материнскими образованиями постепенный, устанавливаемый по изменению минерального состава карбонатных отложений верхнего мела. В различной степени выветрелая порода представляет собой карбонатно-кремнисто-глинистое образование с различным количеством цеолитов. В зависимости от степени выветрелости соотношение этих компонентов меняется в сторону уменьшения количества карбонатного вещества и увеличения содержаний остальных частей.

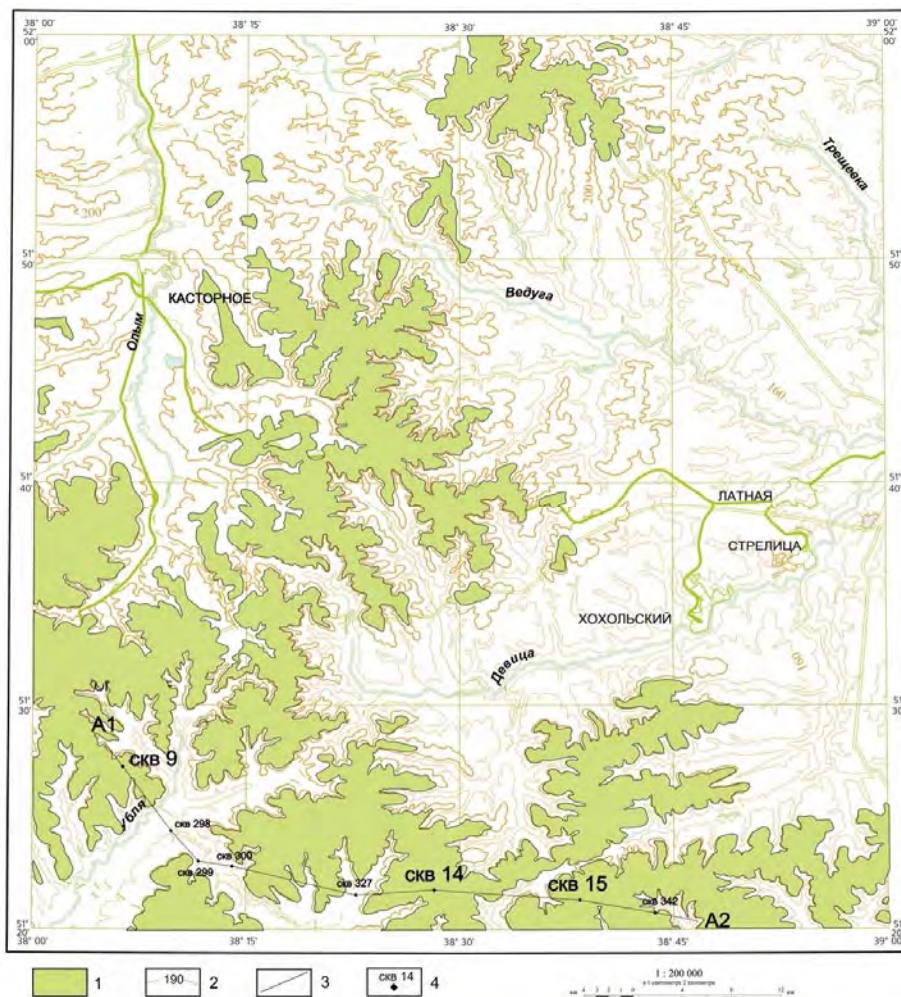


Рис. 2. Геологическая карта распространения коры выветривания по сантонским породам: 1 – зона развития коры выветривания; 2 – горизонталы, 3 – линия геологического разреза; 4 – скважины и их номера.

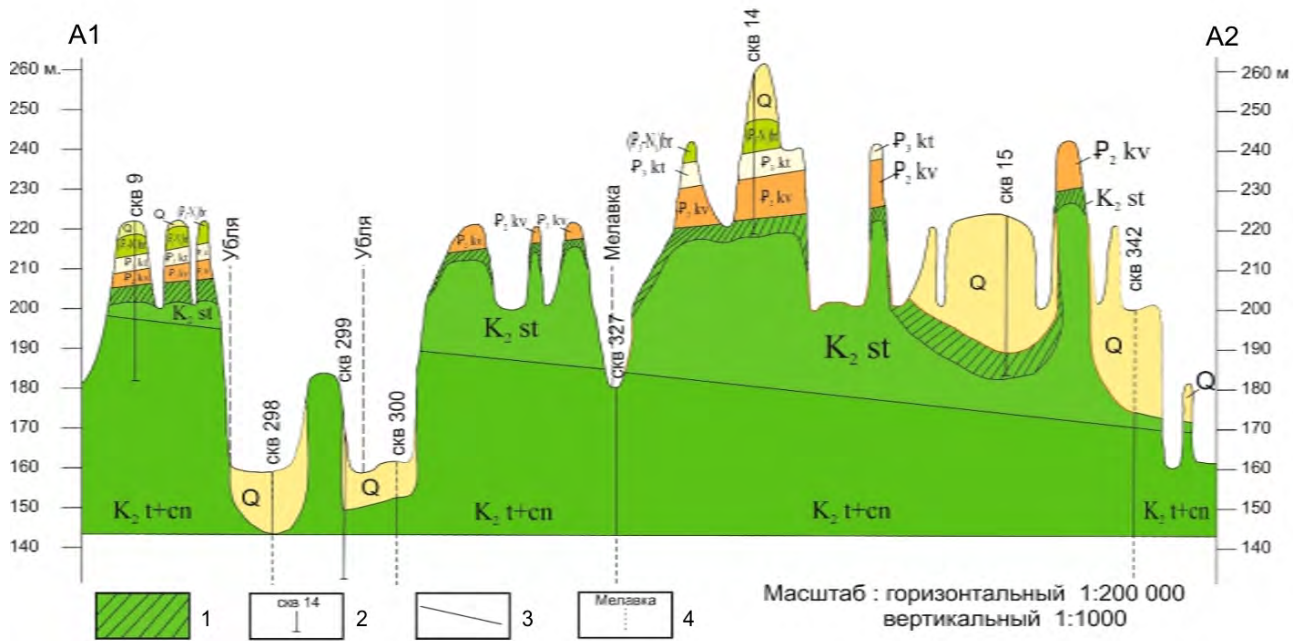


Рис. 3. Геологический разрез по линии А1-А2: 1 – кора выветривания; 2 – скважины и их номера; 3 – геологические границы; 4 – реки.

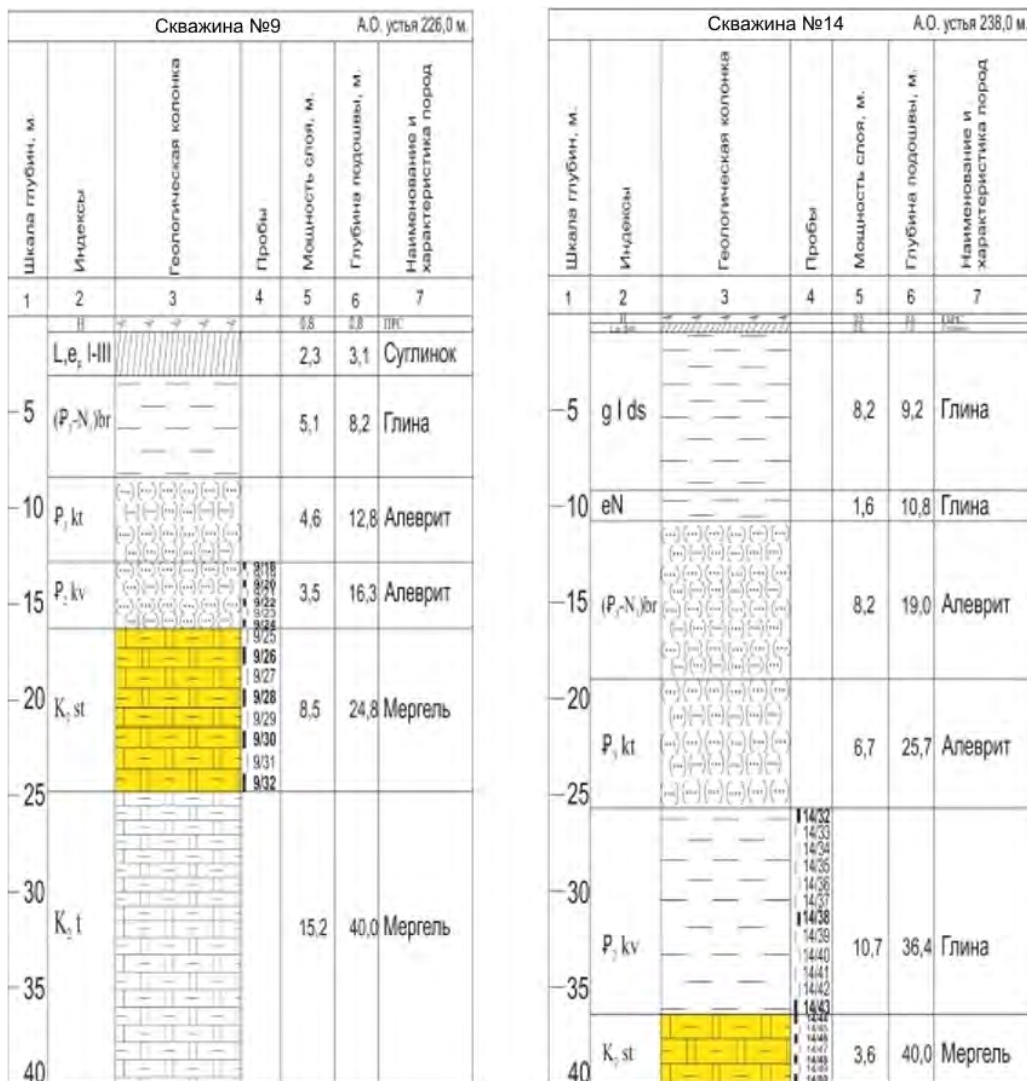


Рис. 4. Геологические колонки по скважинам № 9 и 14

### Минеральный состав КВ

При разбуривании сантонских отложений скважины доходили до их слабо выветрелых разновидностей, микроскопическое изучение которых показало, что они имеют неслоистую текстуру и пелитоморфнозернистую структуру. Карбонат преобладает – 40–70 %, а содержание цеолит-глинисто-кремнистых минералов соответственно составляет 30–60 %. Порода состоит из тонкосросшегося агрегата кальцита и микрочешуйчато-тонкодисперсного глинистого вещества. Цеолиты заполняют микротрещины и микропустоты в породе. Обломочный алевритовый материал составляет 5–10 % и представлен обломками кварца, со следами физического дробления и химического выщелачивания.

Мергель состоит из двух поликомпонентных систем – карбонатной (растворимой в HCl) и глинисто-кремнистой (нерастворимый в HCl остаток). Процентное соотношение карбоната и нерастворимой части мергелей сантона не только отражает вещественный состав, но и обуславливает физико-химические и технологические свойства.

**Карбонатная составляющая мергелей.** В состав карбонатной части мел-мергельных пород согласно входят три группы компонентов: 1) органические остатки; 2) кристаллики кальцита с хорошо выраженными гранями; 3) порошокватый кальцит – кристаллики или агрегаты кристалликов кальцита неопределенной формы и неясного происхождения. Обломки кокколитофорид слагает порошокватый кальцит, на долю хомогенного кальцита приходится единицы процентов. Таким образом, карбонатная часть мергельных пород сложена форменными компонентами кокколитофорид и их составляющими с

незначительной примесью хомогенного кальцита. Ниже приведена их характеристика.

**Кокколиты** вместе с порошокватым кальцитом составляют основную часть мергельных пород, которая может достигать 50–80 % объема породы. От кокколитофорид (одноклеточных известковистых водорослей) в ископаемом состоянии сохранились кокколиты и рабдолиты. Многообразие их форм, деталей строения, скульптуры, размеров и практически неисчерпаемо. Кокколиты имеют эллипсоидную или округлую форму в виде блюдец, дисков и пр., состоящих из пластинок кальцита. Рабдолиты представлены удлинёнными формами – трубочками, стерженьками, столбиками, палочками (также пластинчатыми), иногда с диском или раструбом на конце, часто обломанными (рис. 5).

**Порошокватый кальцит** достигает до 60–70 % объема породы, представлен тонкими обломками кокколитов с примесью хомогенного кальцита (рис. 6).

**Фораминиферы** составляют 3–30 % объема породы. Отмечается, что с увеличением содержания фораминифер возрастает наличие обломков призматического слоя раковин иноцерамов. Нередко раковины фораминифер в значительной степени разрушены.

**Сферы** в форме полых кальцитовых шариков составляют от долей до 20–40 % и более объема породы (рис. 7). Они образовались при выщелачивании органики.

**Иноцерамы**, отмечаемые в виде раковин, отдельных створок и обломков очень редки. Почти постоянным или частым присутствием в породах пользуются призмы – составляющие внешнего призматического слоя иноцерамов.

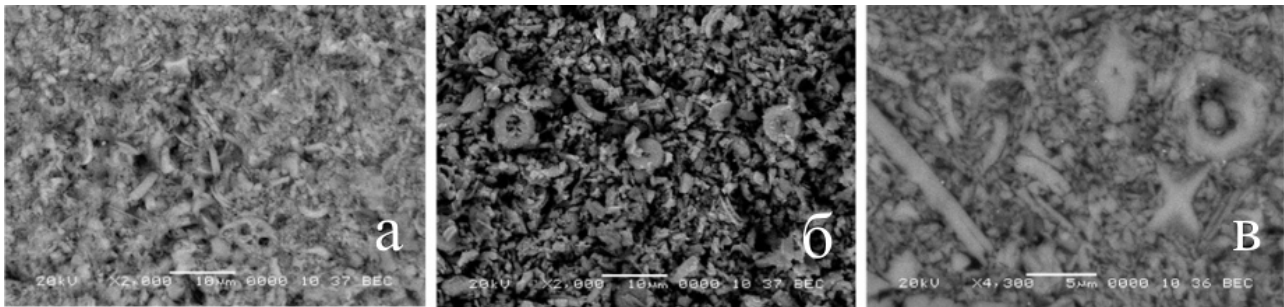


Рис. 5. Электронномикроскопические снимки кокколитофорид: а – обр. 9/26, б – обр. 15/38, в – обр. 15/42. РЭМ: а, б – ув. 2000; в – ув. 4300.

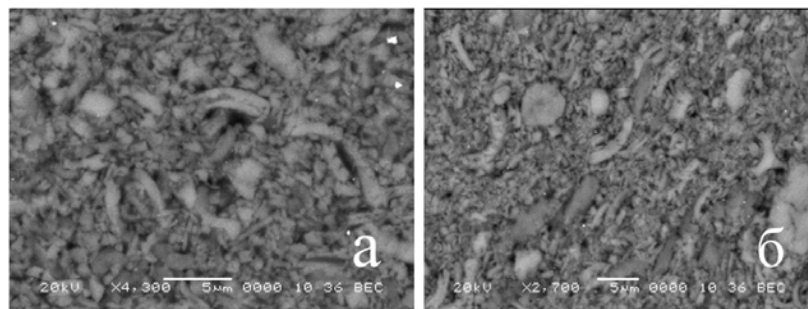


Рис. 6. Электронномикроскопические снимки порошокватого кальцита: а – обр. 15/42; б – обр. 14/50.

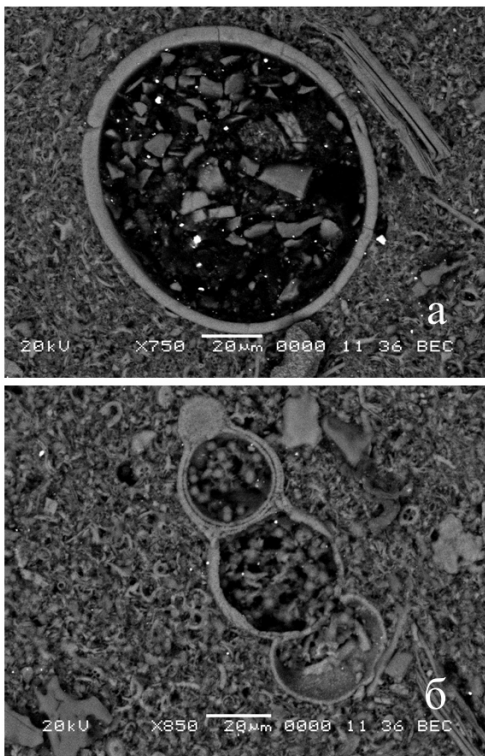


Рис. 7. Электронномикроскопические снимки сфер: А – обр.9/30; б – обр.9/26. РЭМ

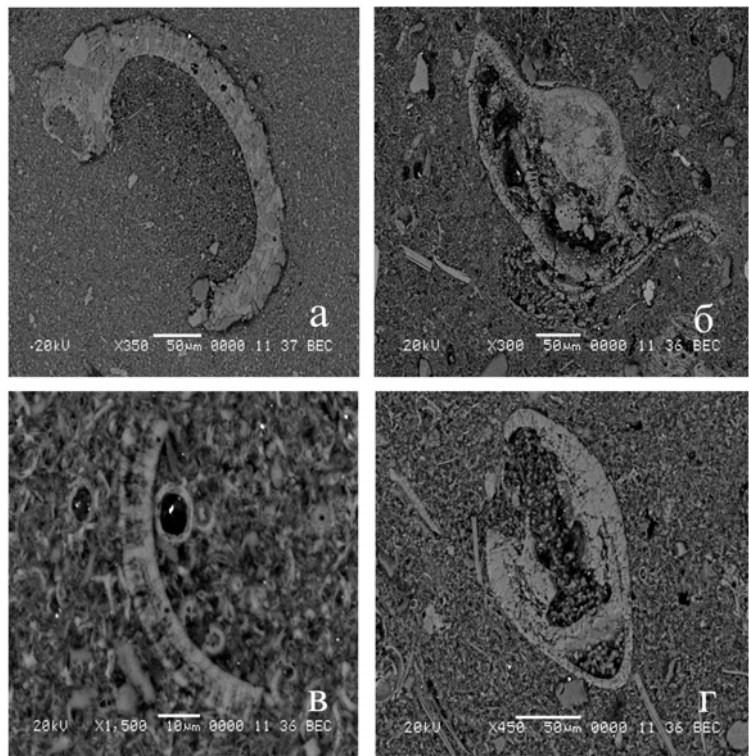


Рис. 8. Электронномикроскопические снимки известковых организмов: а, б – обр.15/42; в – обр. 9/30; г – обр. 9/26. РЭМ: Увеличение: а – 350; б – 300; в – 1500; г – 450 раз.

Остатки прочих известковистых организмов – аммонитов, губок, морских ежей, морских лилий, мшанок, белемнитов, устриц, кораллов и трубчатых червей составляют до 1 % и породообразующего значения не имеют (рис. 8). Нередко отмечаются ихнитовые текстуры и копролиты различных размеров.

Вторичный кристаллический кальцит в малоизмененных мел-мергельных породах может составлять 1–2 %. Встречается он в трещинах, порах,

камерах фораминифер, кокколитофоридов.

Помимо выше перечисленных компонентов, при электронно-микроскопических исследованиях (рис. 9, табл. 1), выделяются крупные зерна кварца (спектр 2), полевого шпата (спектр 3 и 4), биотита (спектр 5), апатита, а также небольшое количество рудных минералов, представленных пиритом, цирконом (спектр 1) и др. Содержание этих всех минералов не превышает 5–10 % от основной массы.

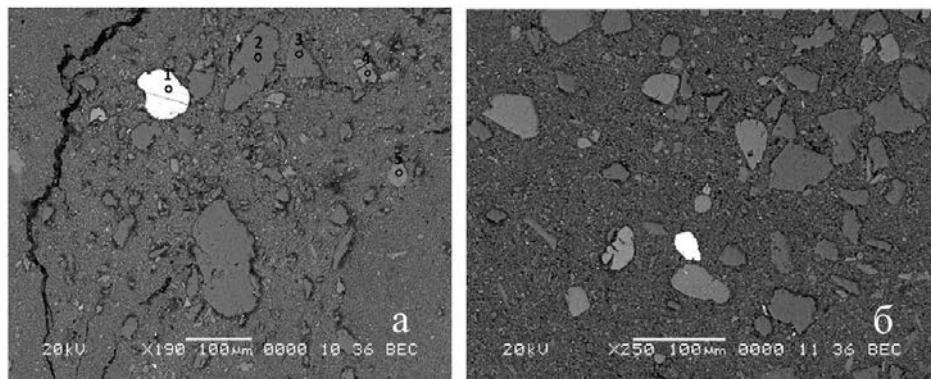


Рис. 9. Электронномикроскопические снимки шлифов: а – обр. 15/42, б – обр. 9/26. РЭМ: Увеличение а – 190; б – 250.

Таблица 1

Микронзондовый анализ минералов шлифа обр. 15/42. Содержания в %

№ спектра	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>	FeO	Итого
1	0	0		35,68	0	0	0	0	64,32	0	100
2	0	0	0,64	98,68	0,68	0	0	0	0	0	100
3	14,4	0	19,25	66,35	0	0	0	0	0	0	100
4	0	0	18,4	64,7	16,9	0	0	0	0	0	100
5	0	0	8,59	59	8,3	0	0	0	0	24,11	100

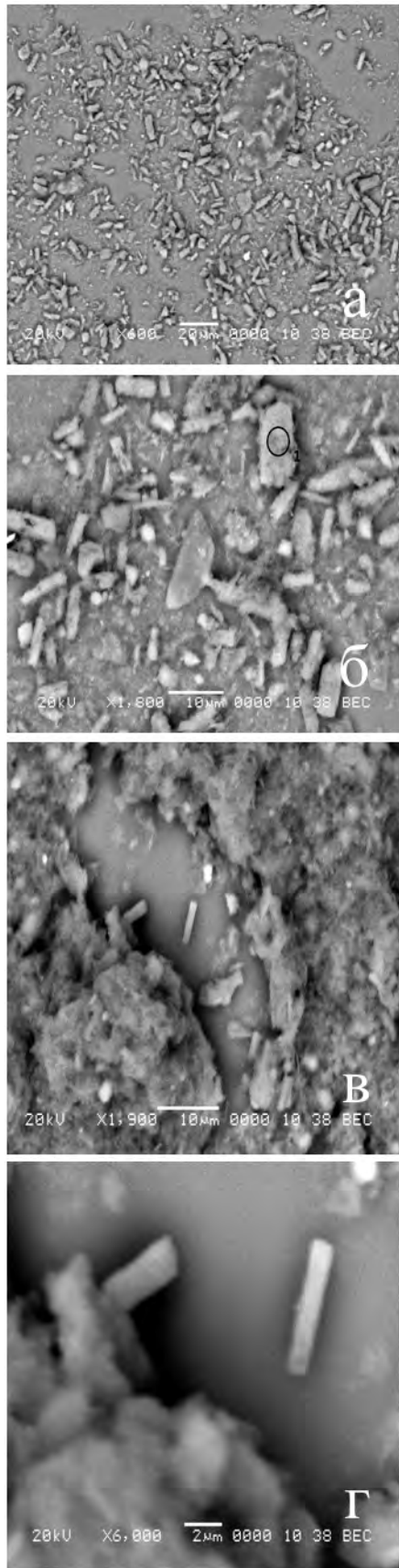


Рис. 10. Электронномикроскопические снимки цеолитов: а, б – обр. 15/38, в, г – обр.15/42. РЭМ: Увеличение: а – 600; б – 1800; в – 1900; г – 6000.

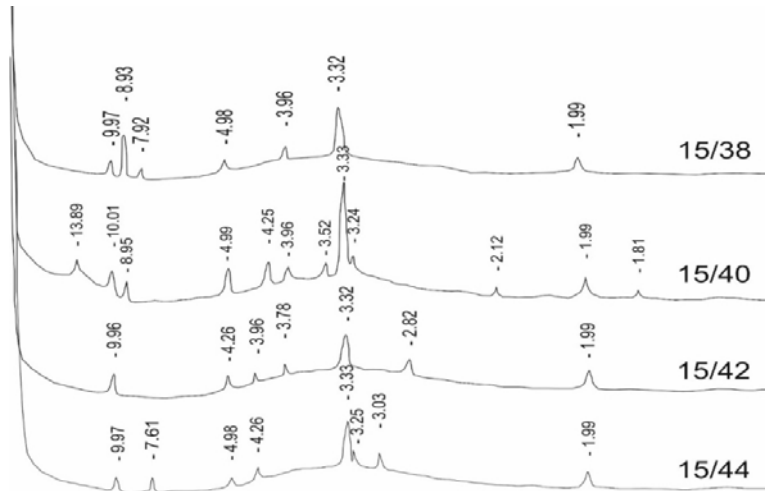


Рис. 11. Дифрактограммы пород коры выветривания. Скв. № 15, воздушно-сухой препарат.

**Нерастворимый остаток мергелей.** Представлен цеолит-глинисто-кремнистой составляющей, содержание которой изменяется от 5 до 40 %. Она изучалась на ориентированных препаратах фракции менее 0,002 мм. Количественные определения минеральных фаз производились методом интегральных интенсивностей по высоте рефлексов. Цеолиты представлены в основном клиноптилолитом. Глинистая составляющая сложена гидрослюдой и монтмориллонитом, присутствующим не всегда. Кремнистая часть представлена – кварцем, опалом и тридимитом. Так же присутствует примесь, включающая прочие минералы: мусковит, глауконит, гидроокислы железа, кремнистые органические остатки.

**Цеолиты** имеют призматическую форму зерен (рис. 10) размером менее 10 микрон, распространены весьма неравномерно в породе, относятся к группе клиноптилолита, определяются по рефлексам: 8.92–8.95, 3.96, 1.99 Å (рис. 11). Содержание клиноптилолита, в нерастворимом остатке, увеличивается снизу-вверх по разрезу от первых до 40 %.

**Глинистые минералы** являются постоянной составной частью мергельных пород, их содержание, в зависимости от степени выщелачивания, колеблется от 15 до 65 % от количества нерастворимого остатка. Представлены они гидрослюдой и монтмориллонитом. На электронномикроскопических снимках глинистая масса имеет пелитоморфную микроструктуру, а на её фоне при больших увеличениях выделяются зерна кварца, чешуйки слюды и цеолиты (рис. 12).

**Гидрослюда** фиксируется по рефлексам – 10; 4,99; 3,32 Å (рис. 13). Её содержание варьирует в пределах от 10 до 30 % от нерастворимого остатка. Характерно уменьшение количества этого минерала снизу вверх по разрезу, это связано с различной степенью проработки глинистого материала высоко щелочными растворами.

**Монтмориллонит** определяется в ненасыщенном глицеринном образце, по интервалу значений от 14 до 15 Å (см. рис. 13). Среднее содержание минерала достигает 5 % от нерастворимого остатка, причем в некоторых пробах он полностью отсутствует.

**Кремнистые минералы** представлены: кварцем, кристобалитом, тридимитом опалом. Перечисленные минералы, кроме последнего, раскристаллизованы и представлены различными по форме кристаллами (рис. 14). Их количество изменяется в широких пределах – от 5 до 40 %.

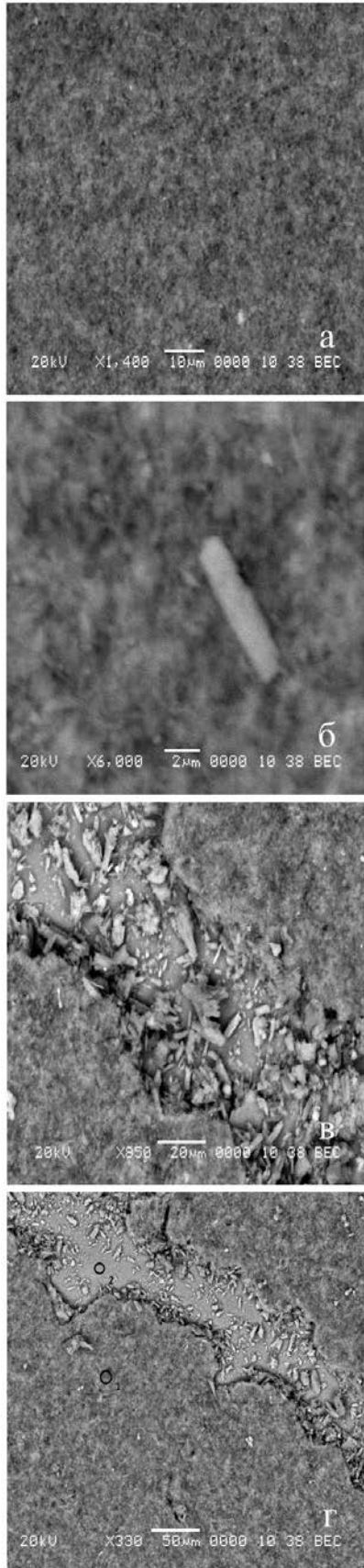


Рис. 12. Электронномикроскопические снимки глинисто-кремнистой массы с цеолитами по трещинам: а, б – обр.14/48; в, г – обр. 14/46. РЭМ: Увеличение: а – 1400; б – 6000; в – 850; г – 330.

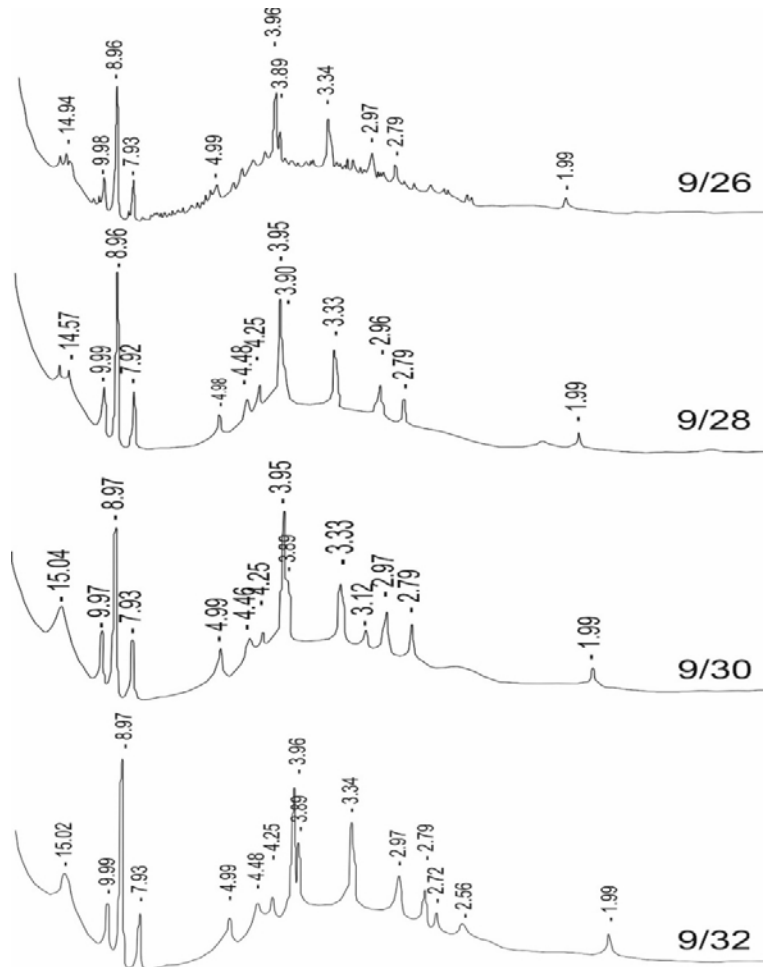


Рис. 13. Диффрактограммы пород КВ. Скв. № 9, воздушно-сухой препарат.

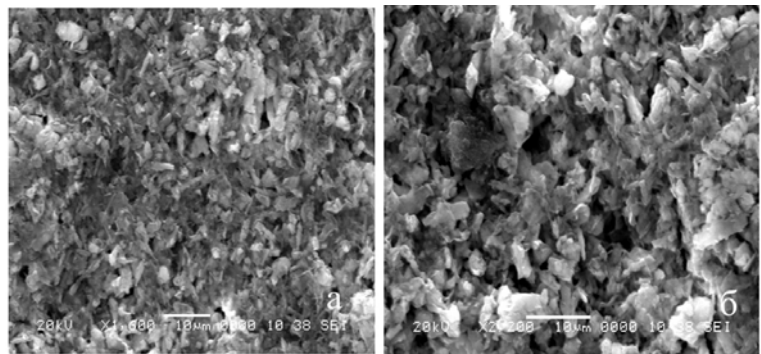


Рис. 14. Электронномикроскопические снимки кремнистой массы: а, б – обр. 9/26. РЭМ: Увеличение: а – 1600; б – 2200.

*Кварц* находится в виде зерен размером от 0,5 мм и менее, имеет остроугольную до округлой формы, крайне неравномерно распределен в основной массе пород (рис. 15). Этот минерал фиксируется по следующим рефлексам: 4,24; 3,33 Å (рис. 16). Содержание этого минерала в нерастворимом остатке достигает 10 %.

*Опал* – на электронномикроскопических снимках встречается в виде глобул и волокнистых разностей, а также в виде псевдоморфоз по спикулам губок. Фиксируется по гало, с центром в области 4,0 – 4,1 Å. Содержание минерала достигает 5 % от нерастворимого остатка.

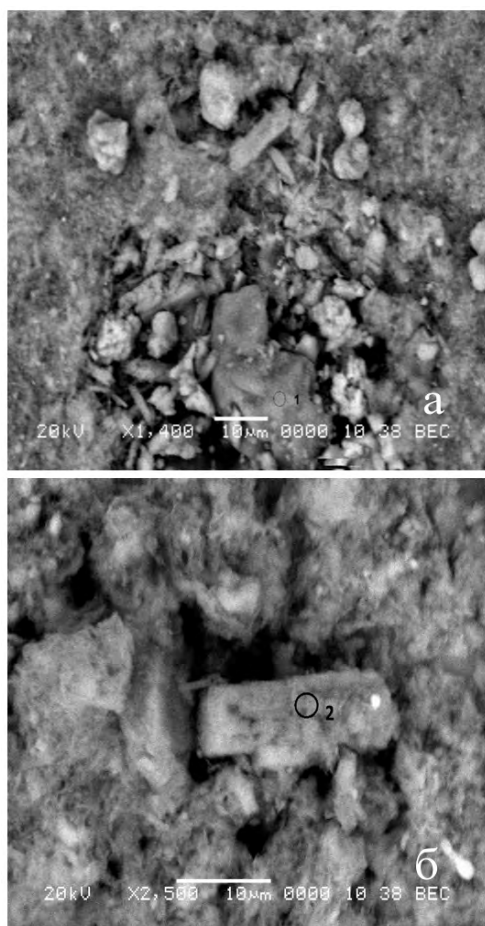


Рис. 15. Электронномикроскопические снимки кварца: а, б – обр. 14/46.

Тридимит определяется по хорошо выраженным рефлексам – 4,3, 4,28 и 2,49 Å (см. рис. 18). Содержание в нерастворимом остатке достигает 4 %.

Минералы-примеси нерастворимой части составляют от 0,5 до 3 %. И представлены мусковитом, глауконитом, гидроокислами железа, органическими остатками. Первый встречается в виде чешуек удлиненной до изометричной форм. Глауконит имеет обычно округлую почковидную или неправильную форму, цвет от светло – до темно-зеленого. Образует микроагрегатные скопления размером от 0,03-0,15 мм и составляет 1-2 % от нерастворимого остатка. Гидроокислы железа отмечаются в КВ по мергельным породам в виде пропитывающих их пятен и окисленных зерен сульфидов.

К органическим остаткам относятся опаловые скелеты радиолярий, спикулы губок, фосфатные остатки – зубы, кости, чешуя рыб, копролиты. Органические остатки из-за весьма малого содержания, играют незначительную роль в составе некарбонатной части мергельных пород.

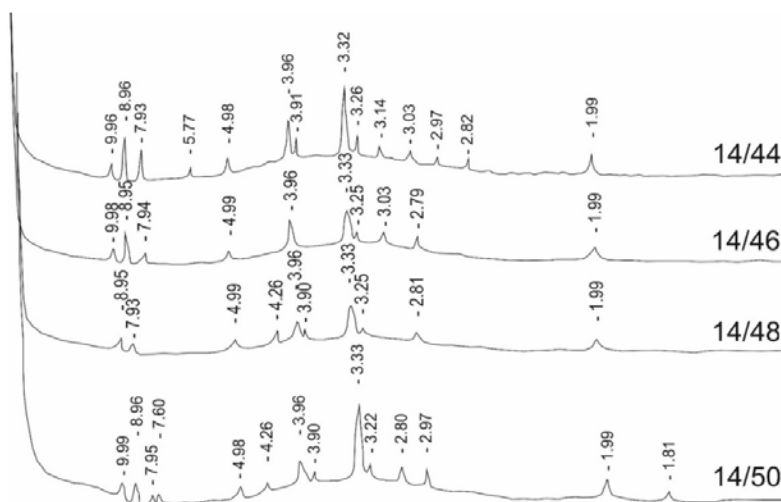


Рис. 16. Дифрактограммы пород коры выветривания. Скв. № 14, воздушно-сухой препарат.

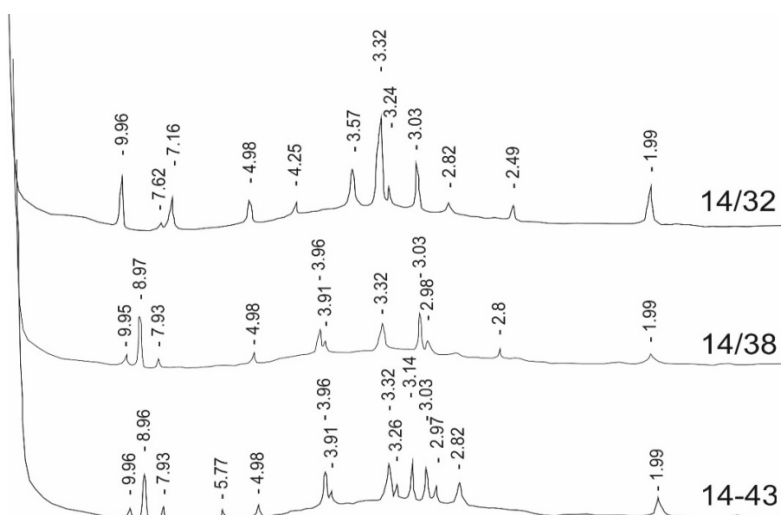


Рис. 17. Дифрактограммы киевских глин. Скв. № 14, воздушно-сухой препарат.

При изучении киевских глин были обнаружены новообразованные минералы коры выветривания, которые фиксируются по рентгеновским данным (рис. 17 и 18). По результатам дифрактометрического анализа фракции менее 0,002 мм её основными минералами являются монтмориллонит, цеолит, гидрослюда, иногда с заметным содержанием монтмориллонитовых пакетов (значение отражения 001 10,27 Å), кварц. Особенностью монтмориллонита является его щелочной обменный комплекс, не характерный для киевских глин [3].

Анализ дифрактограмм киевских глин показывает значительные различия в их минеральном составе. Так в образцах скважины 14 практически отсутствует монтмориллонит и преобладает клиноптилолит, тогда как в образцах скважины 9 первый является основным минералом, а гидрослюда присутствует в незначительном количестве. Это свидетельствует, по-видимому, о более интенсивной переработке процессами выветривания пород разреза скв. 14, где преобладает цеолит, по сравнению с разрезом киевских образований скв. 9. При этом в сильно щелочных условиях гидрослюда превращалась в монтмориллонит при трансформации её кристаллической решетки с появлением в ней пакетов смектита.



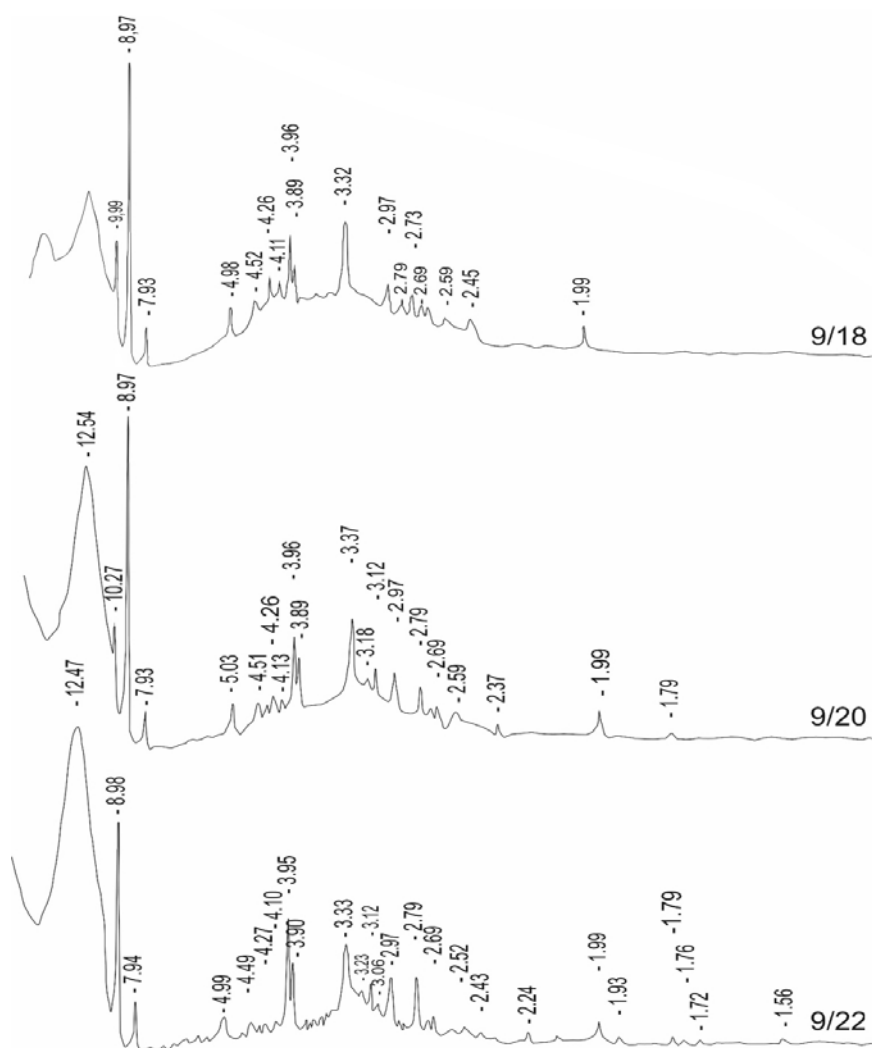


Рис. 18. Дифрактограммы киевских глин. Скви. № 9, воздушно-сухой препарат.

### Генезис цеолитоносных пород коры выветривания

Изначально все кремнистые породы сантона считались типично осадочными образованиями. Это подтверждалось залеганием кремнистых пород среди осадочных отложений, наличием хорошо сохранившихся остатков фауны и флоры, состоящих из биогенного кремнезема (радиолярии и диатомеи), распространением формаций и фаций. Предполагалось также, что кремнезем в морские бассейны поступал с севера с речными водами в виде истинных и коллоидных растворов, затем усваивался биосом.

К примеру, охристо-глинистые породы «хоперского горизонта» раннепалеоценового возраста [4], залегающие на карбонатных породах верхнего мела, в том числе и на сантонских, перекрытые песчано-глинистыми отложениями палеогена, в геологической литературе имели неоднозначную генетическую трактовку. «Хоперский горизонт» широко распространен на территории Воронежской антеклизы, его мощность составляет от первых сантиметров до нескольких метров, и он хорошо выделяется в разрезах по красно-бурой окраске. Н. Х. Платонов, а

также А. Д. Архангельский, Н. Т. Зонов и другие геологи считали кремнистые и охристо-глинистые образования «хоперского горизонта» результатом нормального осадконакопления, которое происходило в условиях замкнутого морского бассейна. А. В. Павлов, Ф. Ф. Голынец, А. А. Дубянский и их последователи, напротив, условия возникновения этих пород считали сугубо континентальными, связанными либо с карстовым метасоматозом, либо с деятельностью грунтовых вод.

Б. В. Аскоченским и В. П. Семеновым [4] доказано, что породы «хоперского горизонта» являются корой выветривания по мел-мергельным породам различных ярусов верхнего мела. Этими авторами детально рассмотрены геологическое строение, минеральный и химический составы «хоперского горизонта» и убедительно доказано гипергенное происхождение охристо-глинистых и кремнистых образований.

Исследования В. П. Семенова, Б. В. Аскоченского, В. Н. Селезнева и П. В. Семенова [5, 6] показали, что источником кремнезема, за счет которых формировались залежи апомергелевого гипергенного кремнисто-

го метасоматита, является частичное перераспределение биогенного кремнезема, разложение силикатных минералов, содержащихся в мергельных породах, и вымывание кремнезема из вышележащих песчаных, песчано-глинистых и глинистых пород.

После регрессии позднепалеогенового морского бассейна и воздымания морской аккумулятивной равнины началось её расчленение широкими речными долинами [7, 8]. Морские осадки палеогена оказались приуроченными к водораздельным пространствам и широко развиты в пределах района работ. Они залегают на верхнемеловых, их мощность колеблется от первых до 30 м. В их составе выделяются киевские глины и кантемировские глинистые пески. Малые мощности и глубины залегания от поверхности обеспечивали хороший дренаж этих отложений и воздействие на сантонские отложения поверхностных и подземных вод. Очень часто киевские и полтавские отложения располагаются в карстовых полостях, образованных в сантонских мергелях.

Вода имеет значение pH около 7, но его значение может меняться в КВ за счет растворения CO<sub>2</sub>, различных минералов, кислотообразующих газов из воздуха, а также при разложении гумусового вещества. Исходя из этого, создавались условия кислой среды, где происходило растворение карбоната кальция и аккумуляция нерастворимого остатка. Освободившийся кальций попадал в воду, где он накапливался и создавал условия для увеличения щелочности среды. В результате происходило разложение глинистых минералов, а кремнезем в слабо щелочной среде приобретал подвижность. В участках приближения подземных вод к зонам разгрузки, где понижалось pH, кремнезем выпадал, образуя твердую фазу. Вначале она представлена аморфным опалом, который затем переходит в тридимит и кристобалит. Эти минералы в свою очередь достаточно быстро преобразуются в халцедон. За счет высвободившегося кремнезема, глинозема, калия, происходило образование цеолитов. При выщелачивании карбонатного материала развивались карстовые процессы. Полости заполнялись выше лежащими палеогеновыми отложениями.

#### Выводы:

1. Цеолитоносные коры выветривания развиты на мел-мергельных отложениях сантона. Выветрелые породы тяготеют к водоразделам и имеют установленную мощность 5–7 м, которая уменьшается к подножиям склонов.

2. Коры выветривания на карбонатных породах сложены минералами кремнезема, глини, цеолитами и

кальцитом. Снизу вверх по разрезу количество CaCO<sub>3</sub> и глинистых минералов уменьшается, а кремнезема и цеолитов возрастает.

3. Формирование цеолитоносных пород происходило путем выщелачивания карбонатов, разложения глинистых минералов и выпадения кремнезема из растворов. При разложении глинистых минералов высвобождался кремнезем, глинозем, калий, которые затем входили в состав цеолитов.

4. В случае залегания маломощных палеогеновых отложений на сантонских, первые также подвергались выветриванию. Оно выражалось в монтмориллонитизации и цеолитизации образований палеогена.

*Благодарности.* Авторы выражают благодарность А. В. Крайнову за помощь в сборе полевых материалов, Н. С. Базинову за проведение аналитических работ, а также А. В. Жабинину за консультации при расшифровке прецизионных анализов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чигарев, А. Г. Кайнозойская кора выветривания Старооскольского района КМА / А. Г. Чигарев, А. Д. Савко // Труды НИИ Геологии ВГУ. – Вып. 63. – Воронеж. – 2011. – 101 с.
2. Дмитриев, Д. А. Сантонские отложения правобережья среднего течения реки Дон / Д. А. Дмитриев, А. Д. Савко, А. В. Жабин // Труды НИИ Геологии ВГУ. – Вып. 21. – Воронеж. – 2004. – 104 с.
3. Бартев, В. К. Литология, фации и полезные ископаемые палеогена ЦЧЭР / В. К. Бартев, А. Д. Савко // Труды НИИ Геологии ВГУ. – Вып. 7. Воронеж. – 2001. – 146 с.
4. Аскоченский, Б. В. Кора выветривания карбонатных пород верхнего мела Воронежской антеклизы / Б. В. Аскоченский, В. П. Семенов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1973. – 176 с.
5. Семенов, В. П. Геология кремнистых метасоматитов карбонатных пород верхнего мела КМА / В. П. Семенов, Б. В. Аскоченский, В. Н. Селезнев, П. В. Семенов // Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1980. – 84 с.
6. Семенов, В. П. Литотипы и литофации кремнистых метасоматитов карбонатных пород позднего мела КМА / В. П. Семенов, Б. В. Аскоченский, В. Н. Селезнев, П. В. Семенов // Литология и полезные ископаемые Воронежской антеклизы. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та. – 1982. – С. 89–103.
7. Грищенко, М. Н. К истории геологического развития территории Центрально-Черноземных областей в неогене / М. Н. Грищенко, Г. В. Холмовой // Тр. III совещ. по проблемам изучения Воронежской антеклизы. – Воронеж. – 1966. – С. 184–190.
8. Холмовой, Г. В. Неогеновые и четвертичные отложения Среднерусской возвышенности / Г. В. Холмовой, Б. В. Глушков // Тр. НИИ Геологии ВГУ. – Вып. 1. – Воронеж. – 2001. – 220 с.

VORONEZH STATE UNIVERSITY

SAVKA A. D., HEAD OF THE VSU HISTORICAL GEOLOGY AND PALEONTOLOGY CHAIR, DOCTOR OF THE MINERALOGICAL AND GEOLOGICAL SCIENCES, PROFESSOR, CELEBRATED GEOLOGIST OF RUSSIA  
E-MAIL: SAVKA@GEOL.VSU.RU. Tel.: 8(473) 220-86-34

SVIRIDOV V. A., MASTER DEGREE THE GEOLOGICAL DEPARTMENT  
E-MAIL: JUNIOR-VLAD@MAIL.RU

Воронежский государственный университет

Савко А. Д., заведующий кафедрой исторической геологии и палеонтологии ВГУ, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Заслуженный геолог России  
E-MAIL: SAVKA@GEOL.VSU.RU. Tel.: 8(473) 220-86-34

Свиридов В. А., магистр геологического факультета  
E-MAIL: JUNIOR-VLAD@MAIL.RU