

О формировании верхневендских-среднекембрийских глинистых толщ предглинтовой области

О.Я. Гаген-Торн

Геологический институт Российской академии наук, Москва, Россия

Алеврито-глинистые толщи верхневендского возраста (котлинский горизонт) и нижнекембрийского возраста прослеживаются вдоль денудационного уступа Ладожско-Балтийского глинта. Исследуемый район расположен в предглинтовой области, где отложения изучались в разрозненных маломощных естественных обнажениях и скважинах от приустьевой части р. Воронка на западе до р. Тосно в юго-восточной части глинта уступа. Отложения относятся к василеостровской (р. Черная) и воронковской (р. Воронка) свитам верхнего венда, ломоносовской (р. Коваш) и сиверской (р. Тосно) свитам нижнего кембрия.

Осадконакопление происходило, скорее всего, в лагунных условиях, периодически сменяющихся обстановкой прибрежного мелководья. Накопление мощных толщ донных илов, возможно, связано с активным площадным физическим выветриванием на прилегающей суше.

По ряду признаков: литологическим и петрографическим особенностям, близкому химическому составу, результатам моделирования рентгенограмм глинистых минералов, находкам схожих остатков прокариот, возможно предположить, что накопление пограничных глинистых толщ на границе венда и кембрия предглинтовой области происходило в исследуемом районе без длительного перерыва.

Ключевые слова: глинистая толща, предглинтовая область, осадконакопление, верхневендский возраст, нижнекембрийский возраст, литологические и петрографические особенности, химический состав.

DOI: 10.18599/grs.18.2.9

Для цитирования: Гаген-Торн О.Я. О формировании верхневендских-среднекембрийских глинистых толщ предглинтовой области. *Георесурсы*. 2016. Т. 18. № 2. С. 120-126. DOI: 10.18599/grs.18.2.9

Глинистые отложения верхневендского-нижнекембрийского возраста прослеживаются неширокой полосой вдоль уступа Ладожско-Балтийского глинта, протянувшегося вдоль южного берега Финского залива. Несмотря на долгую историю изучения от работ А.А. Иностранцева и Ф.Б. Шмидта, Б.С. Соколова и К. Менс до Н.А. Волковой, В.Н. Подковырова и др. вопрос возраста и генезиса пограничных глинистых толщ венда-кембрия на северо-западе Русской платформы по-прежнему остается открытым.

Вендско-кембрийские отложения представлены алеврито-глинистой толщей, исследуемой автором в разрозненных маломощных разрезах (естественные обнажения очень редки) и вскрытой скважинами (материалы Яновского А.С. из Петербургской ГРЭ). Используются также материалы А.М. Никуленкова (факультет географии и геоэкологии СПбГУ) и керн скважин, пробуренных на территории Петербургской ЛАЭС. Изучались нижнекембрийские отложения, относимые к ломоносовской свите, в небольших обнажениях на р. Коваш и отложения сиверской свиты («синие глины») уступа глинта в стратотипических разрезах кембрия-ордовика на р. Тосно. Схематические разрезы (Рис. 1) сопоставлялись по литологическим признакам с использованием материалов гидрогеологической съемки района А. Яновского и легенды Ильменской серии листов (Яновский, 1999). Материалы требуют дальнейших микропалеонтологических исследований и уточнения возрастных привязок.

При анализе некоторых разрезов использованы описания шлифов, составленные В.В. Костылевой; приведены определения цианобактерий, сделанные В.Н. Сергеевым (ранее не проводившиеся на исследуемых разрезах); в моделировании рентгенограмм глинистых минералов участвовала Крупская В.В. (Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и

геохимии РАН). Материалы, использованные при исследовании, не всегда однозначны: описание керна большинства скважин взято из производственных отчетов, и выделяемые разными авторами стратиграфические подразделения не всегда сопоставимы, например, в колонках скважин на территории Петербургской ЛАЭС не выделена воронковская свита.

Василеостровские ляминаритовые глины, наблюдаемые в керне скважины, пробуренной во дворе бывшего Геолкома (совр. Всероссийский научно-исследовательский геологический институт) (Янишевский, 1939) и выставленные в музее ВСЕГЕИ, внешне трудно отличить от нижнекембрийских глин ломоносовской свиты и «синих» глин сиверской свиты нижнего кембрия. Внешнее сходство вышеупомянутых глин подтверждается одинаковым гранулометрическим составом и физико-механическими свойствами, изученными при исследованиях по созданию в них подземных могильников радиоактивных отходов (Андерсон и др., 2006).

Стратиграфическая привязка исследованных разрезов

Венд. Верхний отдел

Котлинский горизонт. Василеостровская свита

Одним из ключевых объектов для понимания строения является естественное обнажение на реке Черная у пос. Б. Ижора (разрез «И»; рис. 2).

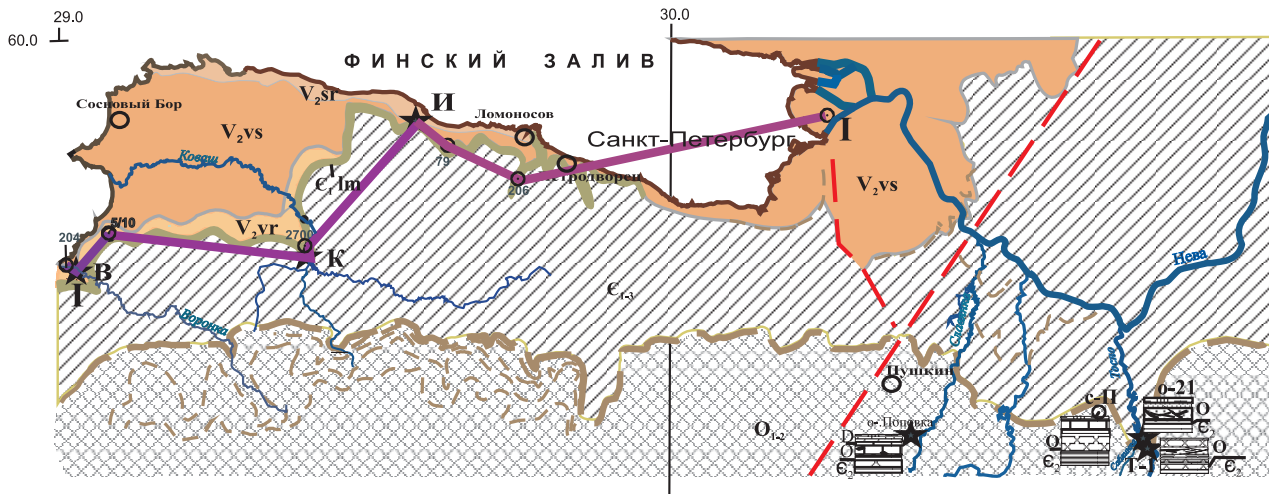
В прижиме левого берега реки Черная в коренном выходе высотой около 10 м и протяженностью около 20 м наблюдаются верхневендские (верхнекотлинские) глины голубые и зеленовато-серые с охристым оттенком алевритистые с горизонтальной и волнистой слоистостью, подчеркнутой прослойками алевритового материала розовато-серой окраски с ляминаритовыми пленками на поверхно-

стях напластования, связанные преобразованием органического вещества.

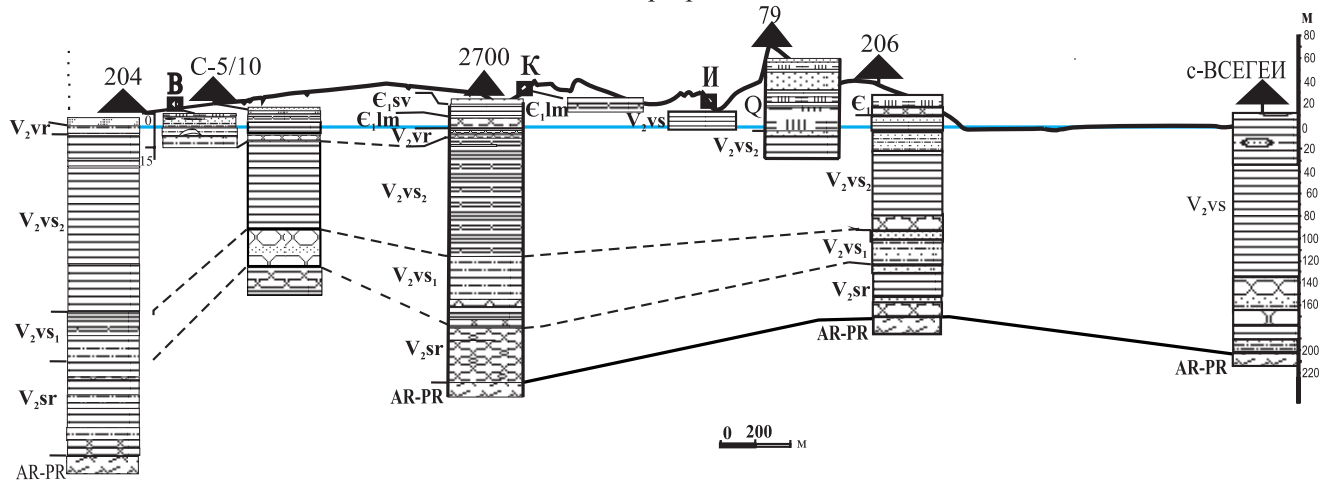
Ляминаритовые глины обладают тонкополосчатой, реже массивной микроструктурой, ленточной тонкослоистой текстурой, обусловленной чередованием темно-серых глинистых и светло-серых крупнопелитовых и алеври-

товых слойков (0,1-3 мм). В алевритовых слойках наблюдаются плоские линзовидные конкреции сидерита.

В толще отмечаются прослои железненных глинистых алевролитов с неравномерно расположенным алевритовым материалом. Вероятно, прослои представляют собой корки взламывания, образовавшиеся после пере-



Схематический разрез по линии I-I



В е н д. В е р х н и й о т д е л

Редкинский горизонт

V₂sr Старорусская свита. Песчаники, глины пестроцветные. В основании гравелиты.

Котлинский горизонт

V₂vs Василеостровская свита. Ниж. подсвита: песчаники, алевролиты В основании гравелитые песчаники. Верх. подсвита: Глины с алевритовыми прослоями и линзами сидерита.

V₂vr Воронковская свита. Глины алевритистые с прослоями алевролитов. Вверху песчаники кварцевые

К е м б р и й

Є₁lm Ломоносовская свита. Песчаники, глинистые, глины алевритовые **Є₁vs** Алевролиты, песчаники, пески с прослоями глин

О р д о в и к

O₂ Известняки глауконитовые, доломиты, пески с прослоями глин, песчаники оболочные

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24

Рис. 1. Геологическая карта района исследований (с использованием материалов А.С. Яновского). 1 – Глины перемятые («синие») с валунами, 2 – пески р/з, 3 – супеси, 4 – дактионемовые сланцы, 5 – пески с прослоями песчаников, 6 – глины с прослоями песчаников, 7 – пески с линзами ожелезненного песчаника, 8 – пески и алевриты с прослоями песчаников, 9 – алеврит глинистый, 10 – гнейсы, гранодиориты, 11 – песчаники р/з переслаивающиеся с глинами, 12 – песчаники р/з, 13 – чередование аргиллитов слюдисто-каолиновых с глинистыми алевролитами, 14 – глины с линзами кварцевого песка, 15 – глины тонкослоистые, 16 – песчаники с прослоями алевролита, 17 – глины с алевритовыми слойками и сидеритовыми пластинами, 18 – алевролиты с прослоями алевритов, 19 – линзы а – сидерита; б – лепидокрокита, 20 – линия разреза, 21 – разломы, 22 – обнажения, 23 – скважины, 24 – граница Ладожско-Балтийского глинта.

рыва и уплотнения нижележащих осадков.

Участками в глинистом каолиновом субстрате видны линзы алевритового материала. В глинисто-аледритовом субстрате обнаружены ожелезненные остатки клеток ископаемых прокариот, образующие цепочки по определению В.Н.Сергеева *Bavlinella taveolata* Schepeleva (1962?), *Ostiana cf. microcystis* Hermann (1976).

В настоящее время возраст наблюдаемой вендской части разреза подтверждается определениями *Vendotaenia antiqua* Gnilovskaya.

В василеостровских глинах, вскрытых скважиной С-5, в шлифах обнаружены остатки прокариот, определенных В.Н. Сергеевым как птероспермопсиморфоподобные, сфероморфные, колониальные коккоидные формы. В этом разрезе в глинах встречены остатки водорослей.

Найденные остатки прокариот свидетельствуют о наличии свободного кислорода в донных илах, возможно вследствие активизации процессов выветривания на прилегающей суше.

Вышележащая алеврит-глинистая толща верхнего венда, относимая к воронковской свите (Яновский, 1999) и протягивающаяся в западном направлении до северной Эстонии, обнажена в приустьевых частях р. Воронка (разрез «В-1»; рис. 2).

На песчанниках голубовато-серых тонкозернистых, крепких (ниже уреза воды), наблюдаются уплотненные зеленовато и голубовато-серые глины с ляминаритовыми ожелезненными пленками. Эту часть разреза возможно отнести к василеостровской свите по находке Леонова М. (Палеонтологический институт РАН) *Vendotaenia antiqua*. Вышележащие отложения, вероятно, воронковские.

Воронковская свита

Пачка сантиметрово-дециметрового переслаивания аргиллитов алевритистых слюдисто-каолинитовых с алевролитами глинистыми слюдистыми изредка мелкопесчанистыми.

Пески слабоохристые с прослоями ожелезненных песчаников до 15 см мощностью и линзовидными прослоями голубовато-розоватых алевритистых глин с горизонтально-волнистой прерывистой слоистостью от 1-3 см

мощностью. В алевритовых слойках встречаются уплощенные линзовидные и крупные до 15 см ячеистые разрушенные конкреции сидерита с черной железистой оторочкой.

Вверх по разрезу алевритистость толщи возрастает.

В верхней части разреза выделяется пачка (мощностью 0,8 м) пестроокрашенных глин голубых, фиолетовых и желтых оттенков с линзовидными песчаными слойками (меньше сантиметра). Пачка венчается прослоем глинистых пород ярко-желтой окраски, хорошо прослеживающимся по обнажению.

Присутствие лепидокрокита, образование которого (Чухров и др., 1973) связано с растворением сидерита, когда железо переходит в раствор в виде $Fe(HCO_3)_2$, обожренность пород по алевритовым слойкам, и охристые и чер-

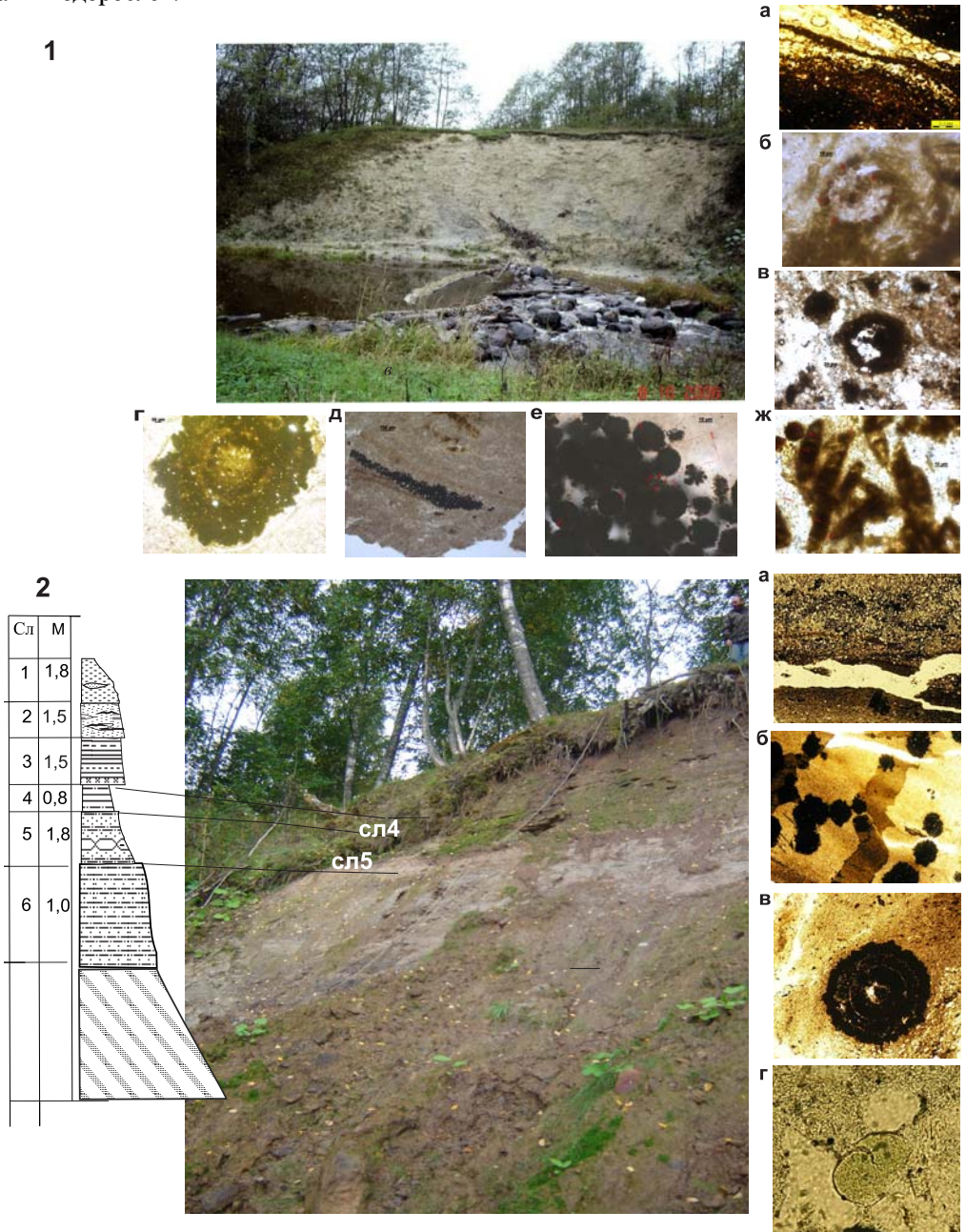


Рис. 2. Разрезы отложений котлинского горизонта: 1 – василеостровской свиты на р. Черная (II). а – цианобактериальные маты; б – *Siphonophycus Kestron* Schopf, 1968; в – *Paleo Palaeolynghya cf. P. Basghoortiana*, г, д, е – пирит по колониям цианобактерий, ж – *Oscillatoria aff. O. meding*. 2 – воронковская свита на р. Воронка (B-1): а – слои алевролита сменяются слоями алевритистой глины; б – глина алевролитистая с ходами илеодов и железистыми включениями; в – железистые включения; г – глобулы глауконита в песчанике.

ные ореолы гидроокислов железа по периферии сидеритовых конкреций указывают на возможное формирование пород пачки в субэвральном условиях и могут служить признаком существования коры выветривания, описанной в вендских разрезах Прибалтики (Бессонова и др., 1980; Менс, Пиррус, 1969) и наблюдаемой в скважинах 204 и 2700.

Выше наблюдается пачка белесых кварцевых мелкозернистых песков и алевроитов глинистых с тонкими сантиметровыми линзовидными пропластками ржавых (ожежененных) песчаников. Пачка перекрыта четвертичными валунными суглинками.

По сообщению М. Леонова (Палеонтологический институт РАН), в глинах у уреза воды обнаружены остатки *Vendotaenia antiqua Gnilovskaya* (1974) типичного вида для отложений котлинского горизонта венда (эдиакария) Восточно-Европейской платформы (других находок ископаемых остатков на данных обнажениях не обнаружено). В других разрезах в пограничных отложениях недавно были обнаружены *Planolites* и описанные Н.А. Волковой акритархи.

Вышележащая часть разреза в исследуемом районе закрыта четвертичными отложениями. Естественных обнажений с контактом василеостровских и ломоносовских отложений сейчас не существует, он был вскрыт и скважинами, но керн не сохранился или он недоступен (скважины на территории ЛАЭС).

Кембрий. Нижний отдел. Ломоносовская свита

По данным бурения в черте г. Ломоносова (скв. 206) эта часть разреза, выше серых глин, представлена песками, слабосцементированными глинами и песчаниками ломоносовской свиты нижнего кембрия. Песчаники ломоносовской свиты наблюдаемые в скважинах 206 и С-5 и обнажениях «К-1» и «К-2» (Рис. 1) возможно отнести к воронковским.

В среднем течении р. Коваш в разрозненных мелких коренных выходах (до 2 м мощностью) обнажены алевроитистые глины, внешне очень похожие на воронковские.

Глины залегают моноклинально с пологим падением на юго-восток в сторону погружения северо-западного крыла Московской синеклизы под углами 9-12°.

Голубые пластичные и плотные глины обладают неясной слоистостью, раковистым и скорлуповатым изломом. Поверхности напластования «посыпаны» листочками слюды (мм). Ближе к урезу воды голубая окраска становится интенсивнее. В отдельных прослоях появляется зеленоватый оттенок за счет глауконита, наблюдаемого в шлифах и приуроченного к алевроитовым пропласткам в глине. На поверхностях напластования наблюдаются ожежененные пленки (мм), возможно, остатки ляминаритов и охристые пятна. Поверхности напластования ровные. В 1 м от подошвы прослеживается прослой (3-5 см) голубовато-серых мелкозернистых песчаников с тонкой горизонтальной слоистостью (мм), подчеркнутой темно серыми прослойками через 3-5 мм. Поверхности напластования песчаника покрыты ожежененными пленками, участками наблюдаются знаки ряби ветвистой мелкой с высотой гребней до 2 мм.

По гранулометрическому составу глины можно отнести к алевроитовым.

В глинах разреза «К-1» А.Ю. Иванцовым обнаружен *Sabellidites cambriensis Janischevskii*.

Сиверская свита

В разрезах на р. Тосно и приустьевой части р. Саблинка изучались глины, подстилающие пески саблинской свиты (разрез «Т-1» и многократно описанный разрез «обнажение 21», рис. 1). Глины голубые, во влажном состоянии зеленоватые, однородные пластичные содержат редкие зерна кварца до 1 мм. В шлифах наблюдаются линзочки алевроитового материала и изредка нитевидные остатки прокариот, выполненных пиритом, подчеркивающие нечеткую слоистость. На глинах залегают пески и песчаники саблинской свиты.

Вещественный состав глин

Минералы глин изучались в шлифах и рентгенодифракционными методами с использованием методики Ритвельда для обработки результатов количественного анализа (Рис. 3). Для определения химического состава глинистых минералов проведен силикатный анализ и электронная микроскопия (Рис. 4).

Василеостровская свита

Ляминаритовые глины (разрез «И») – тонкодисперсные слабоалевритистые хлорит-каолинит-слюдистые с неоднородной структурой, участками пелитовой и алевропелитовой. Микротекстура участками массивная или микролинзовидно-волнистослоистая нарушенная. В линзочках и микрослойках присутствует скопление тонкого кварцево-алевритового материала. Наблюдается микрокомковатая отдельность. Основная масса светло-оливкового цвета. В скрещенных николях в основной массе наблюдается каолинит, имеющий низкое двупреломление и серые цвета интерференции. Встречаются сфероидальные обособления каолинита (Рис. 4). Среди каолинитовой массы наблюдаются значительное количество слюды и иллит-сметтитов. Иногда слюда образует ориентированные в одном направлении линзовидные скопления или микрослойки, что обуславливает эффект волнистого погасания. Участками отмечается более зеленый цвет породы, что, вероятно, связано с примесью хлорита, возможно связанного с тонкодисперсными обломками хлористого биотита.

По гранулометрическому составу алевроитистые разности содержат 10-20 % фракции 0,01-0,1 мм. Минералогический состав алевроитовой и пелитовой фракции полимиктовый. Среди обломочных минералов алевроитовой размерности 60-90 % составляют мусковит, бурый и зеленый биотит, 10 % приходится на кварц и полевые шпаты. В породе присутствуют сидерит, пирит, магнетит, ильменит – до 1 %, встречаются единичные зерна турмалина, циркона. В глинистой фракции содержится до 15-20 % каолинита.

Воронковская свита

Алевроитистые аргиллиты – слюдисто-каолинитовые (пачки чередования аргиллитов и алевролитов глинистых нижней части разреза «В-1»), обладают алевро-пелитовой и алевроитовой структурами и горизонтальной неясной, участками нарушенной (прослой алевроитового материала около 1-1,5 мм), текстурой. В аргиллитовых прослоях присутствуют примеси кварца – 15-25 %, много тон-

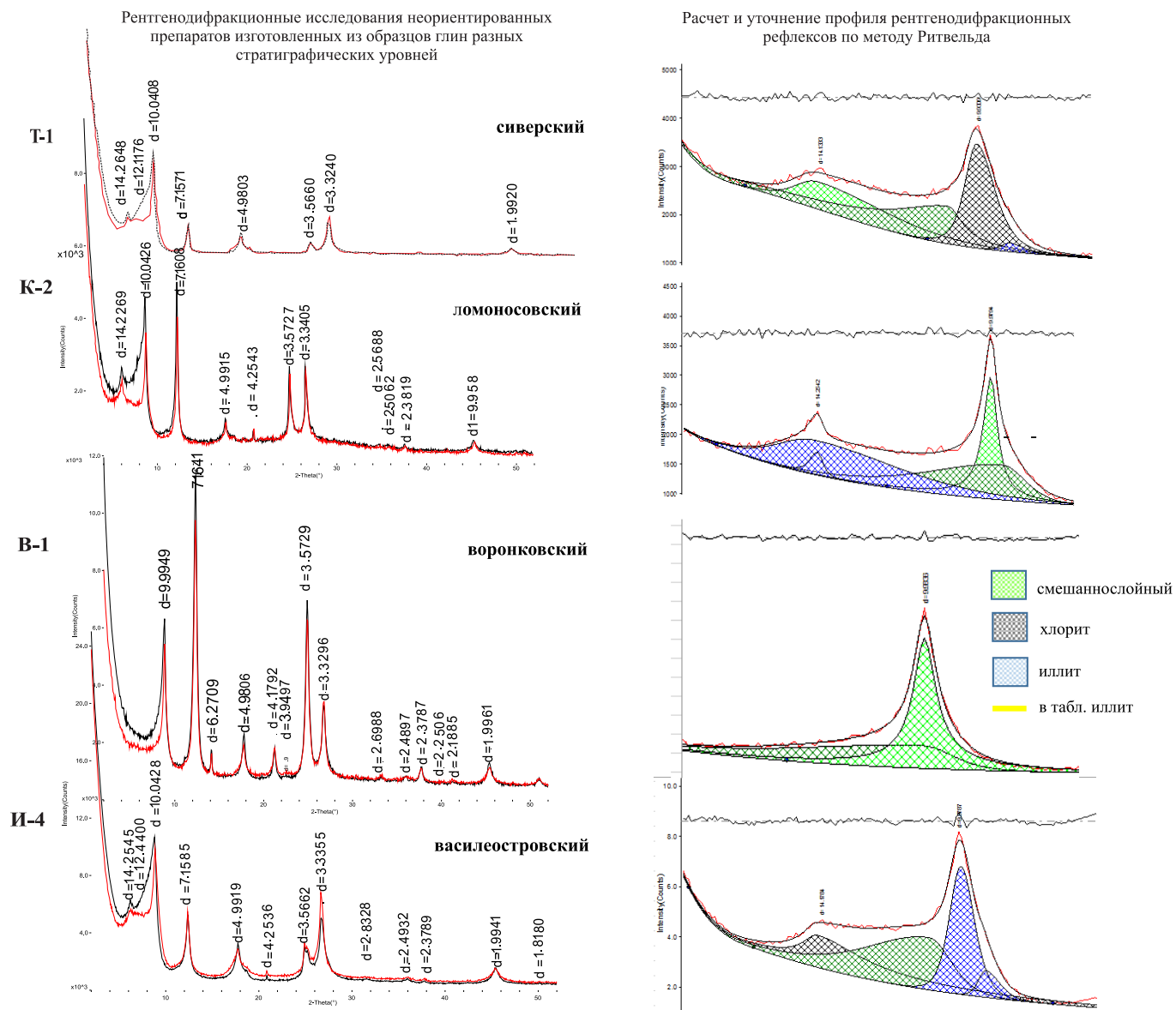


Рис. 3. Минеральный состав глинистой фракции.

кого слюдистого детрита. Состав алевритовых и песчано-алевритовых прослоев: алевролит, кварц, полевои шпат (не более 1-3 %). Окатанность обломочного материала плохая, сортировка плохая и средняя. Характерны крупные округлые выделения сидерита (7-8 на шиф), вероятно, по водорослям (до 0,7 мм). Много тонкого рассеянного органического вещества в основной массе породы.

В алевритистых глинах верхней части разреза «В-1» (пестроокрашенные породы) наблюдаются слои алевролита крупнозернистого с чешуйками слюды, сменяющиеся слоями алевролита мелкозернистого и алевритистой глины с железистым цементом, распределенным послойно. В мелкозернистом алевролите встречаются железистые округлые включения, возможно, образовавшиеся по органическим остаткам.

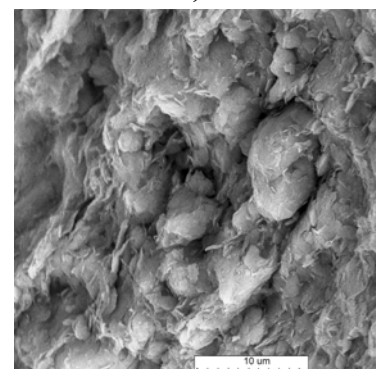
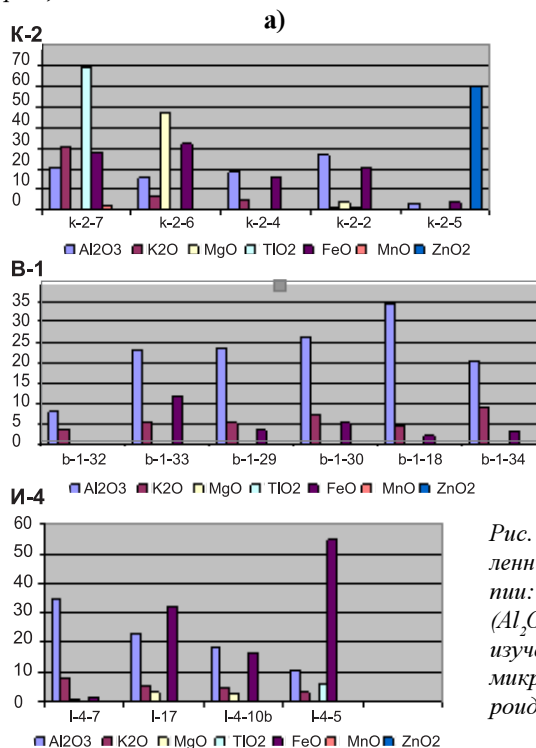


Рис. 4. Химический состав глин, определенный с помощью электронной микроскопии: а) диаграммы распределения окислов (Al_2O_3 , K_2O , MgO , TiO_2 , FeO , MnO , ZnO_2) изученных образцов глин (K-2, B-1, I-4); б) микроструктура глины (обр I-4) со сферидальным каолинитом.

Среди обломков преобладает кварц (до 25 %), измененный расслоенный зеленоватый, возможно, хлоритизированный биотит (до 5 %), встречаются единичные зерна микроклина. Зерна кварца средней окатанности, на отдельных зернах наблюдаются регенерационные каймы. Цемент железистый, алевритистый. На отдельных участках карбонатный. В цементе довольно много удлиненных кристаллов иллит-сметитового состава, часто подчеркивающих слоистость. Структура гипидиобластовая и гранобластовая. Зерна удлиненные. Текстура слоистая.

По результатам рентгеновской дифракции в глинах пестрокрашенной пачки кроме каолинита и слюд обнаружен лепидокрокит.

Ломоносовская свита

Алевритистые глины (разрезы «К-1» и «К-2») имеют каолинит-хлорит и иллит-сметитовый состав, обладают пелитовой структурой, слоистой, ориентированной параллельно напластованию текстурой, обусловленной переослаиванием с тонкими прослойками песчано-алевритистого материала. В алевро-песчаной примеси – кварц, единичные зерна плагиоклаза. Зерна неокатанные, реже полукатанные. Органическое вещество – тонкое рассеянное, ориентировано параллельно напластованию. Встречаются единичные зерна мелкого хлорита. Среди основных минералов преобладает кварц – до 40 %; иллит-сметит – до 25 %, зеленый биотит – до 15 %, полевые шпаты – до 5 %. В глинистых прослоях иллит-сметиты составляют 80 % и каолинит – около 10 %. В тяжелой фракции встречаются титанистые минералы, эпидот и циркон. В тонкодисперсной части, представленной гидрослюдами, глауконитом и, реже, хлоритом, встречается монтмориллонит. Спорадически в тонкозернистой глинистой массе встречаются крупные зерна кварца, глауконита, полевого шпата, пирита.

Сиверская свита

В глинах более 80 % частиц относятся к фракции менее 0,01 мм. Более 50 % составляют смешанослойные образования и хлорит. В тонкодисперсных глинах встречаются линзы алевритового материала с зернами кварца. При дифрактометрических исследованиях выявлен каолинит.

По результатам силикатного анализа проб, отобранных из глин и алевритов василеостровской, воронковской и ломоносовской свит, химический состав отложений стабилен.

Дифрактограммы глин василеостровской, воронковской и ломоносовской свит имеют схожий облик (Рис. 3).

Толщина кристаллитов уменьшается вниз по разрезу (к василеостровской части разреза). Присутствие иллит-сметитовой компоненты и количество иллита в отложениях ломоносовской и саблинской свит (разрезы «К-1», «К-2» и «Т-1») сопоставимы с составом василеостровских отложений (разрез «И»). В породах разреза «К-1» иллит, видимо, переотложенный.

На некоторое различие условий седиментации в воронковское и василеостровское время указывает присутствие в породах хлорита. В отложениях разреза «В-1» хлорита не обнаружено, а разрезе «И» хлорит более железистый (14 и 3,54А°), возможно, указывающий на гумидные условия седиментации. В разрезах «К-1» и «Т-1» увеличивается количество хлорита, что позволяет предположить

формирование отложений вблизи береговой линии в условиях холодного климата.

Присутствие прослоев песчаников и глауконита позволяет говорить о формировании алеврито-глинистой толщи в условиях прибрежного мелководья. По данным калий-аргонового метода для глауконитов (Андерсон и др., 2006), определен абсолютный возраст нижнекембрийских глин как 530-590 млн. лет.

Приведенные данные свидетельствуют об изолированности системы К-Аг в сравнительно легко метаморфизируемом минерале, а следовательно, длительной стабильности состояния всей глинистой толщи в течение полумиллиарда лет.

В породах воронковской свиты (разрез «В-1») присутствует иллитовый материал, катагенетический каолинит, и нет смектита, что характерно для обстановки изменения колебаний уровня моря. В котлинское время бассейн был глубже и теплее, возможно, происходило чередование влажных и засушливых периодов. Материал накапливался на больших расстояниях от источников сноса – в породах разреза «И» присутствует значительное количество смектита.

Несколько превышающее кларковое содержание Fe – до 5,56 %, в глинах воронковской свиты, вероятно, связано с гипергенными процессами.

Для восстановления палеоклиматических условий накопления тонкозернистых осадков использовались отношения петрохимических модулей (Акулышина, 1985).

По отношению Al_2O_3 / TiO_2 в тонкой фракции глин – от 19,76 до 20,11 (< 20 ед.) и по показателю индекса химического выветривания $CIA = [Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)] \times 100$ – от 75,95 до 79,62 (> 70 ед.) возможно предположить гумидные условия накопления осадков при интенсивном химическом выветривании на прилегающей суше в вендское и в кембрийское время.

Низкое содержание титана и высокое содержание алюминия, вероятно, характеризуют условия открытого моря.

Стабильные значения отношений Ni/Co (от 0,88 до 3,66) и V/Cr (< 2) свидетельствуют, что формирование вендских и кембрийских глин происходило в окислительных условиях при хорошей аэрации придонных вод.

В кембрийское время условия осадконакопления немного изменились – бассейн стал открытым мелководьем, о чем свидетельствует появление песчаных прослоев с глауконитом. По сравнению с алевритовыми разностями пород в глинах несколько увеличено содержание V (115-126) и Cr (80-104).

Выводы

1. По совокупности литологических признаков и повышенному содержанию железа формирование верхневендских-нижнекембрийских алеврито-глинистых отложений происходило в лагунных условиях, периодически сменяющихся обстановкой прибрежного мелководья. Каолинит-иллит-сметитовый состав глин и присутствие остатков клеток ископаемых прокариот, вероятно, свидетельствуют об умеренно гумидном климате и активном площадном физическом выветривании на прилегающей суше.

2. По одинаковому минеральному и гранулометрическому составу, а также по своим физико-механическим свойствам толщи практически не отличаются друг от друга.

Литература

- Акульшина Е.П. Глинистое вещество и осадочный рудогенез. Новосибирск: Наука. 1985. 244 с.
- Андерсон Е. Б., Савоненков В. Г., Шабалев С. И. Перспективы создания подземных могильников РАО в нижнекембрийских глинах Ленинградской области. *Тр. Радиового ин-та им. В. Г. Хлопина*. 2006. Т. XI. С. 105-132.
- Бессонова В.Я., Брангулис А.П., Великанов В.А. Палеогеография и литология венды и кембрия запада Восточно-Европейской платформы. М: Наука. 1980. С. 19-29.
- Крупская В.В. Классификация глинистых минералов. *Мат. III Российской Школы по глинистым минералам «Argilla Studium - 2014»*. М: ИГЕМ РАН. 2014. С. 56-63.
- Менс К., Пиррус Э. Древняя кора выветривания ляминаритовых глин на северо-западе Русской платформы. *Изв. АН ЭССР. Геология*. 1969. Т. XVIII. № 4. С. 385-391.
- Менс К.А., Пиррус Э.А. О стратиграфии пограничных слоев венды и кембрия на северо-западе Русской платформы. *Изв. АН СССР. Сер. Геологическая*. 1971. № 11. С. 93-103.
- Мигдисов А.А. О соотношении титана и алюминия в осадоч-

ных породах. *Геохимия*. 1960. № 2. С. 149-164.

Чухров Ф.В., Звягин Б.Б., Ермилова Л.П., Горшков А.И. Проблема лепидокрокита. *Записки Всесоюзного минералогического общества*. 1973. Ч. 102. Вып. 5. С. 563-571.

Янишевский М.Э. Кембрийские отложения Ленинградской области. *Ученые записки ЛГУ. Сер. географ. наук*. 1939. Вып. I. № 25. С. 4-31.

Яновский А.С., Ауслендер В.Г., Буслович А.Л., Насонова Л.Д., Саммет Э.Ю. Легенда Ильменской серии листов Госгеолкарты. Санкт-Петербург. 1999.

Сведения об авторе

Ольга Яковлевна Гаген-Торн – ведущий инженер, лаборатория сравнительного анализа осадочных бассейнов, Геологический институт Российской академии наук.

Россия, 119017 Москва, Пыжевский пер, 7

Тел: +7 (495) 959-28-06, e-mail: guga-87@mail.ru

Статья поступила в редакцию 13.04.2016

The Formation of the Upper Vendian – Middle Cambrian Clay Strata of Subclint Area

O.Ya. Gagen-Torn

Institute of Geology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. Silt-clay strata of Upper Vendian (Kotlinskian horizon) and Lower Cambrian age can be traced along the denudation ledge of Ladoga-Baltic clint. The study area is located in subclint area where sediments were studied in scattered shallow outcrops and wells from the estuary of the river Voronka in the west to the river Tosno in the south-eastern part of the clint ledge. Deposits are related to Vasileostrovskian (r. Chernaya) and Voronkovskian (r. Voronka) suites of Upper Vendian, Lomonosovskian (r. Kovash) and Siverskian (r. Tosno) suites of Lower Cambrian. Sedimentation occurred most likely in the lagoon environment periodically alternating with coastal shallow environment. Accumulation of thick bottom sediments is possibly due to the active areal physical weathering on the adjacent land.

For a number of lithological and petrographic features, close chemical composition, X-ray modeling of clay minerals, as well as findings of similar prokaryote residues may be assumed that the accumulation of boundary clay strata at the boundary of the Vendian and Cambrian subclint area occurred without a long break in the studied area.

Key words: clay strata, subclint area, sedimentation, Upper Vendian, Lower Cambrian, lithological and petrographic features, chemical composition.

References

- Akul'shina E.P. Glinistoe veschestvo i osadochnyy rudogenez [The clay matter and sedimentary ore genesis]. Novosibirsk: Nauka Publ. 1985. 244 p. (In Russ.)
- Anderson E.B., Savonenkov V.G., Shabalev S.I. Perspektivy sozdaniya podzemnykh mogil'nikov RAO v nizhnekembriyskikh glinakh Leningradskoy oblasti [Prospects of underground waste repositories in Cambrian clays of the Leningrad region]. *Tr. Radiovogo in-ta im. V. G. Khlopina* [Proc. Radium Institute]. 2006. T. XI. Pp. 105-132. (In Russ.)
- Bessonova V.Ya., Brangulis A.P., Velikanov V.A. Paleogeografiya i litologiya vendy i kembriya zapada Vostochno-Evropeyskoy platformy [Paleogeography and lithology of the Vendian and Cambrian West of the East European platform]. Moscow: Nauka Publ. 1980. Pp. 19-29. (In Russ.)

Krupskaya V.V. Klassifikatsiya glinistykh mineralov [Classification of clay minerals]. *Materialy III Rossiyskoy Shkoly po glinistym mineralam «Argilla Studium - 2014»* [Proc. III Russian School of clay minerals «Argilla Studium - 2014»]. Moscow: IGEM RAN. 2014. Pp. 56-63. (In Russ.)

Mens K., Pirrus E. Drevnyaya kora vyvetrivaniya lyaminaritovykh glin na severo-zapade Russkoy platformy [Ancient weathering crust of lyaminarite clays in the northwest of Russian platform]. *Izv. AN ESSR. Geologiya = News of the AN ESSR. Geology*. 1969. V. XVIII. No. 4. Pp. 385-391. (In Russ.)

Mens K.A., Pirrus E.A. O stratigrafii pogranichnykh sloev vendy i kembriya na severo-zapade Russkoy platformy [On the stratigraphy of the boundary layers of the Vendian and Cambrian in the northwest of Russian platform]. *Izv. AN ESSR. Ser. Geologich. = News of the AN ESSR. Geological Ser.* 1971. No. 11. Pp. 93-103. (In Russ.)

Migdisov A.A. O sootnoshenii titana i alyuminiya v osadochnykh porodakh [About the ratio of titanium and aluminum in sediments]. *Geokhimiya = Geochemistry*. 1960. No. 2. Pp. 149-164. (In Russ.)

Chukhrov F.B., Zvyagin B.B., Ermilova L.I., Gorshkov A.I. Problema lepidokrokita [The problem of lepidocrocite]. *Zapiski Vsesoyuznogo mineralogicheskogo obshchestva = Notes of the All-Union Mineralogical Society*. 1973. Part 102. Is. 5. Pp. 563-571. (In Russ.)

Yanishevskiy M.E. Kembriyskie otlozheniya Leningradskoy oblasti [Cambrian deposits of the Leningrad region]. *Uchenye zapiski LGU. Ser. geograf. nauk*. 1939. Is. I. No. 25. Pp. 4-31. (In Russ.)

Yanovskiy A.S., Auslender V.G., Buslovich A.L., Nasonova L.D., Sammet E.Yu. Legenda Il'menskoj serii listov Gosgeol'karty [Il'mensky series sheets legend of the State Geological Map of the Russian Federation]. St. Petersburg. 1999. (In Russ.)

For citation: Gagen-Torn O.Ya. The Formation of the Upper Vendian – Middle Cambrian Clay Strata of Subclint Area. *Georesursy = Georesources*. 2016. V. 18. No. 2. Pp. 120-126. DOI: 10.18599/grs.18.2.9

Information about author

Olga Ya. Gagen-Torn – Leading Engineer, Laboratory of Sedimentary Basins Comparative Study, Institute of Geology of the Russian Academy of Sciences

Russia, 119017 Moscow, Pyzhevskiy per, 7

Phone: +7(495) 959-28-06, e-mail: guga-87@mail.ru

Manuscript received April 13, 2016