

ЛИТОФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ВЕРХНЕСЕНОМАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ГОРИЗОНТА ПК1–2 (ПОКУРСКАЯ СВИТА, ВАН-ЕГАНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

На основании проведенного литофацеального и петрографического анализа исследуемые отложения были разделены на три генетические группы фаций, уточнен минеральный состав и выявлены эпигенетические изменения пород. Рентгено-структурный и термический анализы позволили уточнить состав глинистого цемента. Палеогеографические реконструкции показали, что формирование горизонта ПК1–2 происходило в прибрежно-морских условиях приустьевой зоны крупного речного потока, тем самым соответствуя эстуарному режиму седиментации.

Ключевые слова: литофацеальный анализ; палеогеографические реконструкции; покурская свита; эстуарий.

Интерпретацией обстановок осадконакопления в пределах Варьеганского мегавала занимались многие исследователи: В.Х. Ахияров, А.А. Бакиров, В.С. Бочкарев, А.А. Булыникова, Т.И. Гурова, В.И. Ермаков, Ю.Н. Карогодин, А.Н. Кирсанов, А.Э. Конторович, А.А. Нежданов, С.Г. Саркисян, Г.Н. Александрова, Ф.И. Толмачев, В.А. Космыгин, А.В. Постников, С.Н. Карпов [1] и многие другие. Полученные ранее результаты свидетельствуют о том, что седиментация происходила в области эпиконтинентального морского бассейна в континентальных, прибрежно-морских и морских фацеальных обстановках с различной гидродинамикой среды. Последние исследования, проведенные на данной площади Геологическим институтом РАН, подчеркивают преимущественно дельтовые обстановки формирования для ПК2 и сильно обводненные прибрежно-дельтовые обстановки для ПК1 [2]. Данная модель хорошо укладывается в рамки фацеальных неоднородностей, подчеркивая резкую вертикальную и горизонтальную изменчивость осадков. Однако данные особенности изучаемых пород позволяют предположить и другие обстановки осадкообразования, предполагающие периодическую активность моря, на что указывают частые размывы. При этом наблюдается сохранение как новообразованных, так и реликтовых фацеальных групп, которые отражают совокупную палеогеографическую характеристику предположительно морского бассейна.

Литофацеальный анализ. Литофацеальная диагностика верхнемеловых отложений Ван-Еганской площади основывается на результатах анализа вещественного состава и структурно-текстурных особенностей пород, слагающих разрезы скважин № 1002, 2010, 2050, 2031, 3618, горизонта ПК1–2 покурской свиты. Проведенные исследования позволяют объединить исследуемые литологические ассоциации в три генетические фацеальные группы: речные, прибрежно-морские и мелководные [3, 4].

Речные фации объединяют в себя песчаные осадки русел рек и дельтовые отложения.

Песчаники русел характеризуются повышенной мощностью единичных псаммитовых прослоев до 18 м, но отличаются неясной слоистостью с уменьшением зернистости вверх по разрезу. Здесь более широко и отчетливо проявлены мелкая, косая, штриховатая, перекрестная и диагональная типы слоистости.

Локальная неоднородность этих образований подчеркивается присутствием галек и линзочек алевроитоглинистого материала и субслоистыми включениями обугленного растительного детрита. В основании подобных слоев устанавливаются (скв. 1002 – инт. 993,28–994,42 м, скв. 3618 – инт. 1030,59–1035,6 м) признаки эрозионного размыва и включения гравия и гальки (рис. 1, в) [3, 4].

Дельтовые отложения вскрыты в скважинах № 1002 и 2031, отличаются максимальной неоднородностью и характеризуются чередованием градиционно-слоистых слоев псаммитов мощностью от 7 до 12 м, с маломощными (до 30 см) алевроитовыми и / или глинистыми прослоями. Как правило, эти песчаники обладают средней сортировкой материала с примесями внутриформационных конгломератов или интракластов аргиллитов, галек сидерита, фрагментов УРД. Текстуры особенности представлены тесной ассоциацией косой, плоско-параллельной, слабосрезанной и массивной слоистостями (рис. 1, д).

Прибрежно-морские фации представлены глинисто-алевритовыми осадками приливно-отливной зоны, отложениями приливных каналов, песчано-алевритовыми умеренно подвижного мелководья и песчаниками осадков аккумулятивных форм (баров, подводных валов, гряд) [3].

Отложения приливных каналов (скв. № 2031, 2010, 1002) характеризуются тем, что в нижней части интервалов устанавливаются прослои, обогащенные гравийным и галечным материалом. Основной объем этих разрезов сложен грубым переслаиванием песчаников (от 10 до 1 м), алевропесчаников и алевролитов (от 3 до 30 см). При этом мощность псаммитовых слоев в 1,5–2 раза превышает мощности более мелкозернистых разностей. Характерной особенностью песчаников является четко выраженная косая слоистость и слабая степень их сортированности. Алевролитовые и алевролитоглинистые образования несут признаки биотурбации [3, 4]. Практически во всех случаях установлено перекрытие данных образований алевролитоглинистыми осадками, что подчеркивает постепенное снижение гидродинамической активности среды (рис. 1, з).

Осадки приливно-отливной зоны (скв. № 2031, 2010, 1002) отличаются бимодальным ритмичным переслаиванием алевролитов и тонкозернистых песчаников с аргиллитами и алевролитами мощностью от

10 до 50 см. Для этих образований характерно преобладание линзовидно- и косослоистой текстур на фоне резкоподчиненного массивного, полого- и горизон-

тально-слоистого строения. В тонкозернистых разновидностях присутствуют диспергированная органика и признаки биотурбации (рис. 1, *к*).

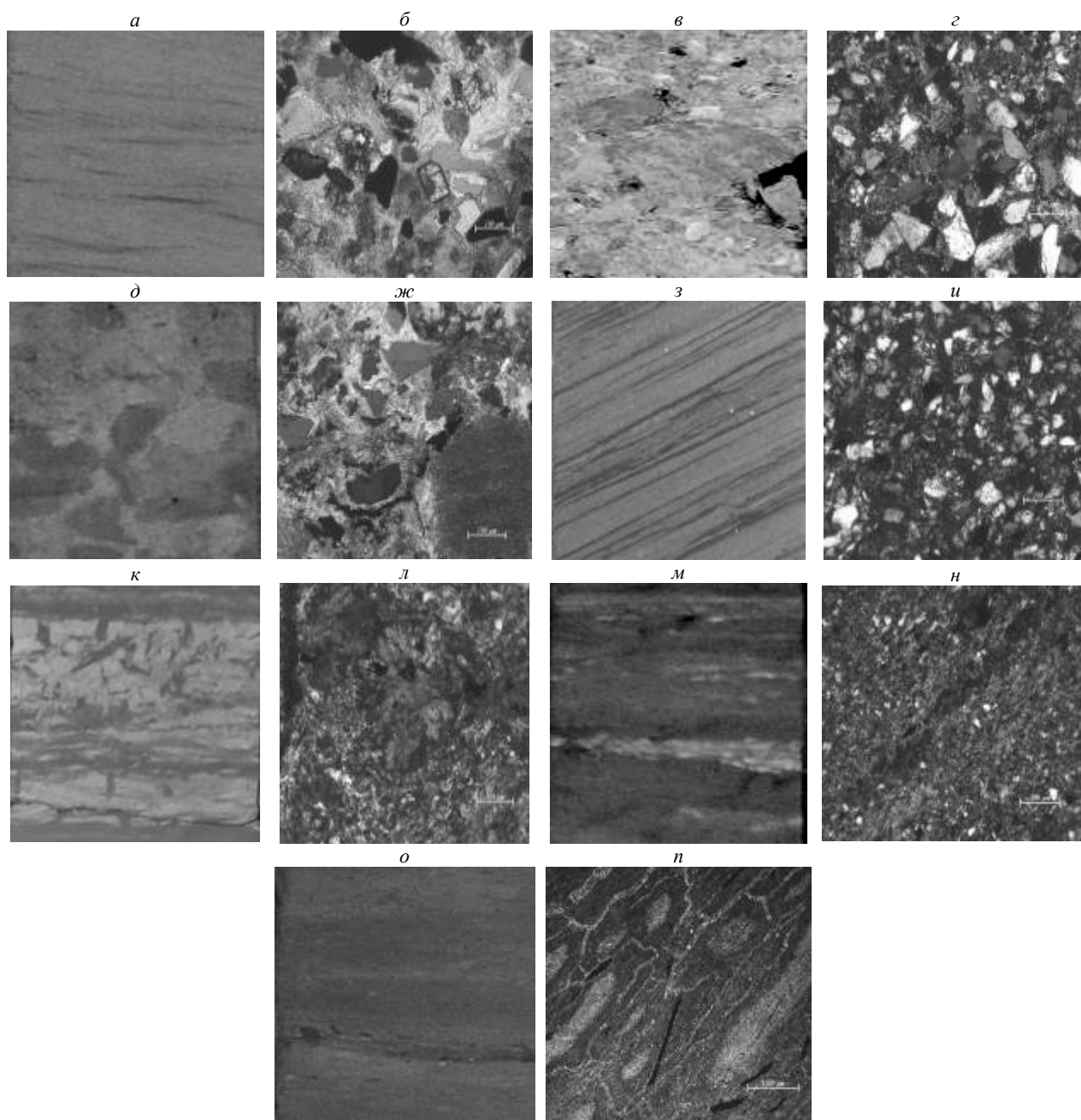


Рис. 1. Текстуры особенности и фотографии шлифов: *а* – пологоволнистые прослои глинистого материала в песчаных аккумулятивных форм; *б* – послойная конденсация аксессуарных минералов (обр. 28044, гл. 990 м); *в* – признаки эрозионного размыва в русловых песчаных; *г* – кварцевый регенерационный цемент (обр. 27933, гл. 953 м); *д* – включения интраклавов глин и сидеритовых галек в дельтовых отложениях; *жс* – кальцитовый пойкилитовый коррозионный цемент (обр. 28083, гл. 1002 м); *з* – косая слоистость, обусловленная чередованием глинистого материала и разнозернистого песчаного фации приливных каналов; *и* – кварцевый и полевошпатовый регенерационные цементы (обр. 27966, гл. 1008 м); *к* – признаки биотурбации в фациях приливо-отливных зон; *л* – глинисто-сидеритовый цемент, участки активной перекристаллизации сидерита с образованием порфиробластовых зерен, розеток со сферолитовым строением (обр. 28027, гл. 955 м); *м* – фрагменты линзовидной слоистости малоподвижного мелководья; *н* – лепидобластовая структура (обр. 27960, гл. 1000 м); *о* – горизонтально-слоистое строение, обусловленное чередованием алевро-аргиллитового и мелкопесчаного материала; *п* – древовидная текстура, выполненная глинисто-карбонатным цементом (обр. 28087, гл. 1017 м)

Отложения фации умеренно подвижного мелководья характеризуются чередованием сопоставимых по мощности (от 1 до 5 см) алевроитовых и песчаных слоев. Помимо литологической неоднородности устанавливается и текстурно-структурная вариативность, выраженная в циклической смене по разрезу

пород с мелкой косой, штриховатой слоистостью с одной стороны, и пологоволнистой, фазерной слоистостью – с другой. Подобная дискретность подчеркивает изменчивость гидродинамической активности среды осадкообразования на фоне общей тенденции ее снижения [3].

Фация аккумулятивных форм (скв. № 2031, 2010, 1002) представлена мощными, от 1 до 5,3 м, относительно однородными песчаными слоями с редкими проявлениями штриховой текстуры, неотчетливой горизонтальной слоистостью маломощных пологоволнистых прослоев и нитевидно изогнутых включений (примазок) алевроито-глинистого материала. Фрагментарно здесь установлена косая слоистость с неотчетливыми границами серий и включения неокатанных обломков алевроито-глинистых пород (см. рис. 1, а).

Мелководно-морские фации включают в себя глинисто-алеврито-песчаные отложения малоподвижного мелководья и алевроаргиллитовые карбонатсодержащие осадки заливов и лагун [3].

Алеврито-песчано-глинистые отложения фации малоподвижного мелководья отличаются равномерным чередованием маломощных (от 1 до 5 см) прослоев мелко-тонкозернистых песчаников, алевропесчаников, алевролитов и аргиллитов. Для этих образований характерны параллельно-, линзовидно-слоистые, пологоволнистые текстуры в различных комбинациях, крайне редко здесь устанавливаются признаки оползневых текстур. В отдельных линзовидных слоях мелкозернистых песчаников наблюдается тонкая косослойчатая постепенно выполаживающаяся текстура. В ряде случаев в указанных разрезах устанавливаются локальные прослои, мощностью до 1 см, скрытокристаллических сидеритов (см. рис. 1, м).

Ассоциация алевро-аргиллитовых карбонатсодержащих осадков фаций лагун и заливов отличается тонкозернистым составом слагающих ее пород с локальными проявлениями (мощностью от 3 см до 1 м) средне-мелкопесчаных и крупноалевритовых слоев. Алевроитовые разности отличаются горизонтально-слоистым строением, присутствием железистых стяжений пирита и сидерита. Псаммитовые образования характеризуются средней или хорошей сортировкой, горизонтальной и волнистой слоистостью. Карбонатные породы, как правило, массивные и состоят из кальцита и /или сидерита, часто в них устанавливаются органические останки (см. рис. 1, о) [4].

На долю речных фаций приходится около 10% суммарного разреза покурской свиты, объем мелководных осадков составляет 64%, а прибрежно-морских – 26%. Подобный характер распределения фациальных групп предполагает формирование изученных отложений на границе море – суша в приустьевой зоне крупного водотока.

Литология основных петрографических типов осадков. Приведенная выше литофациальная характеристика указывает, что изученный разрез складывается из песчаников, алевропесчаников, алевролитов и алевроаргиллитов, аргиллитов и карбонатолитов, сформированными в различных палеогеографических условиях.

Песчаники установлены во всех фациальных группах и представлены тонко-мелкозернистыми и мелкозернистыми разновидностями. При этом размерность обломков увеличивается в ряду речных к мелководным и далее к прибрежно-морским фациям, отражая степень их сортированности. Вещественный

состав обломков также обнаруживает фациальные зависимости. Так, псаммиты русел, дельт, аккумулятивных форм, заливов и лагун соответствуют аркозам, а песчаники приливных каналов, приливно-отливных и мелководных зон смещаются в граувакковую область, подчеркивая полигенность их петрофонда.

Терригенный материал исследуемых пород качественно идентичен и представлен кварцем (45–75%), калиевым полевым шпатом и плагиоклазом (15–35%) и обломками пород (5–25%), отмечаются пластинки мусковита, хлоритизированного биотита и растительного детрита. При этом количественная роль кварца резко возрастает в зонах приливов и малоподвижного мелководья, указывая на максимальную зрелость слагающих их псаммитов. Полевые шпаты в исследуемых породах обнаруживают различную степень замещения серицитом и пелитом до полных псевдоморфоз в песчаниках морского мелководья, подчеркивая их максимально длительное взаимодействие с морской водой. Состав обломков пород во всех изученных образцах не отличается вариативностью и представлен силицитами, средними и кислыми метавулканитами, кремнисто-слюдистыми сланцами, кварцитами и гранитоидами, единичные находки алевролитов в песчаниках фаций приливных каналов могут отражать их рециклическую природу. Определенная закономерность устанавливается и в распределении растительного детрита, количество которого снижается в ряду русловых → лагуновых → дельтовых → прибрежно-морских фаций вплоть до полного исчезновения в псаммитах морского мелководья.

Аутигенные минералы представлены кальцитом, гидрослюдами, глинистыми минералами, пиритом, сидеритом, гетитом, фосфатами и глауконитом. При этом если кальцит, гидрослюды, пелиты и пирит встречаются повсеместно, то гетит характерен для русловых песчаников, сидерит – для прибрежно-морских и мелководно-морских зон, фосфаты установлены в отложениях лагун и малоподвижного мелководья. Единичные находки глауконита выявлены в песчаниках дельт и аккумулятивных форм.

Акцессорные минералы представлены, главным образом, магнетитом, рутилом, цирконом, в ряде образцов (№ 28026, 28044 – скв. 2010; № 28064 – скв. 3618 и др.) на границах фаций аккумулятивных форм и малоподвижного мелководья отмечается послойная конденсация акцессорных минералов, указывающая на кратковременный перерыв в осадконакоплении и переувлажнение осадка (рис. 1, б).

Внутреннее строение изученных псаммитов, помимо зернистости, определяется характером межзерновых контактов и структурными типами цементов. При этом в русловых и дельтовых песчаниках преобладают точечные и плоскостные контакты, в прибрежно-морских и мелководных фациях превалируют плоскостные и конформные границы. Обломки цементируются кальцитовым, карбонатно-глинистым и кальцит-сидеритовым агрегатом (рис. 1, о). Глинисто-карбонатный цемент отличает песчаники русел, приливно-отливных зон, заливов и лагун, он характеризуется поровой и базальной структурами. Кальцит-сидеритовый цемент установлен в псаммитах малопо-

движного мелководья и выделяется по пойкилитовому кристаллически-зернистому облику и интенсивной коррозии обломков. В песчаниках остальных фациальных групп преобладает базальный до пойкилитового и коррозионный кальцитовый цемент (рис. 1, ж).

Алевролиты также были выявлены во всех литофациальных группах, но ввиду их слабой литификации провести их литолого-петрографическую характеристику удалось лишь в мелководных и прибрежно-морских осадках. Степень сортированности алевролитов изменяется от крайне слабой в осадках приливных каналов к слабой в отложениях лагун и приливно-отливных зон и до средней в участках подвижного мелководья.

По составу обломков изученные породы соответствуют полевошпато-кварцевым, реже – аркозовым разновидностям с содержаниями кварца (60–80%), полевого шпата (10–35%) и незначительной долей обломков пород (5–15%), кроме того, среди терригенных компонентов устанавливаются пластинки мусковита, псевдоморфозы хлорита по биотиту и мелкие до 0,015 мм чешуйки растительного детрита. Обломочный материал представлен угловатыми осколками с размером 0,01–0,05 мм, иногда в матрице появляются каркасные зерна до 0,3 мм. Контакты обломков преимущественно конформные и/или изолированные, реже встречаются плоскостные и инкорпорационные. Полевые шпаты, вне зависимости от фациальных условий, характеризуются умеренной степенью замещения пелитом и реже серицитом. Среди надежно диагностируемых обломков преобладают кремнистые породы и кислые эффузивы. Акцессорные минералы представлены, главным образом, магнетитом, рутилом и цирконом.

Аутигенные минералы представлены кальцитом, гидрослюдами, хлоритом, глинистыми минералами и сидеритом. Кроме того, в алевролитах приливных каналов, малоподвижного мелководья и лагун устанавливаются микроконкреции пирита в осадках малоподвижного мелководья обнаруживаются единичные включения фосфатизированной органики и фосфатизация растительного детрита.

Цемент изученных пород составляет более 30% их объема и характеризуется глинисто-кальцитовым и кальцит-глинистым составом, при этом цементирующая масса образует контурно-поровую, переходящую в базальную, структуру. Кроме того, в алевролитах приливных каналах устанавливаются проявления пленочного гидрослюдистого, а в породах подвижного мелководья – конформного регенерационного кварцевого цемента (рис. 1, з). Отличительной чертой осадков малоподвижного мелководья и лагун является наложенная сидеритизация исходного цемента, которая способствует коррозии и замещению обломков (рис. 1, л).

Аргиллиты и алевроаргиллиты изученных разрезов характеризуются минимальной степенью литификации, в этой связи их петрографическое описание приводится только для мелководных фаций. Характеристика мелко-тонкозернистых осадков остальных фациальных групп базируется на результатах рентгеноструктурного и термического анализа. Изученные

аргиллиты представлены глинистыми, глинисто-гидрослюдистыми и карбонатно-глинисто-гидрослюдистыми разновидностями со слойчатыми и линзовидно-слойчатыми текстурами и лепидобластовыми структурами (рис. 1, н).

Терригенный материал, состоящий от 30 до 60% объема пород, представлен кварцем (60–65%), калиевым полевым шпатом и плагиоклазом (до 30%), обломками пород (менее 10%), хлоритизированными и сидеритизированными слюдами и растительным детритом, размер которого иногда достигает 0,3 мм по удлинению. Зерна кварца размером от сотых до 0,13 мм, как правило, угловаты, полуокатанны и плохо сортированы. Полевые шпаты и обломки пород сильно корродированы и замещены пелитовым веществом и материалом цемента. Крайне слабо выраженные рефлексы калиевого полевого шпата и плагиоклаза на рентгенограммах подчеркивают его практически полное разложение в глинистых осадках. Примерно равные соотношения терригенного материала и цемента определяют его базальную и базально-поровую структуру.

На основании результатов рентгеноструктурного и термического анализов [5, 6] по составу глинистой составляющей цемента аргиллиты и алевроаргиллиты разделяются на четыре группы:

1. Хлорит-каолинит-гидрослюдистая.
2. Иллит-каолинит-хлорит-монтмориллонитовая.
3. Каолинит-монтмориллонитовая.
4. Иллит-каолинит-хлорит-монтмориллонит-карбонатная.

Каолинит-монтмориллонитовая ассоциация характерна для наиболее тонкозернистых разновидностей фаций аккумулятивных форм, при этом проявление монтмориллонита подчеркивает их образование в морских условиях, а отсутствие иллита и гидрослюда отражает гидролизатную природу каолинита и подчеркивает наличие перерывов в осадконакоплении.

Хлорит-каолинит-гидрослюдистая ассоциация установлена в аргиллитах фаций подвижного мелководья, что подчеркивает опресненный режим их формирования. Для фаций приливно-отливных зон и приливных каналов устанавливается хлорит-каолинит-гидрослюдистый и иллит-каолинит-хлорит-монтмориллонитовый состав глинистых пород, который отражает перемежаемость морских и континентальных условий их образования.

Аргиллиты фаций малоподвижного мелководья, заливов и лагун представлены иллит-каолинит-хлорит-монтмориллонитовыми и иллит-каолинит-хлорит-монтмориллонит-карбонатными разновидностями, фиксируя сугубо морской режим седиментации. При этом сидериты образуют тонкозернистые ориентированные скопления прямоугольных, овальных сгустков в тесной ассоциации с пиритом, что подчеркивает его седиментогенную природу. В то же время пойкилитовая структура кальцита и его реакционные взаимоотношения с глинистым цементом и обломочной составляющей фиксируют эпигенетический характер этого минерала.

Палеогеографические реконструкции. По результатам проведенного литофациального анализа были

отстроены фациальные разрезы, после чего по каждой отдельной скважине для исследуемого горизонта ПК1–2 был произведен подсчет мощностей отложений, слагающих выделенные фациальные группы. Анализируя полученные данные, можно заключить, что преобладающим режимом осадкообразования на изучаемой территории был мелководно-морской, что в свою очередь подтверждается микрофаунистическими и палинологическими исследованиями [2, 7]. В то же время в изученных разрезах устанавливается латеральная и вертикальная дискретность распределения конкретных фаций и фациальных групп, что может способствовать реконструкции палеогеографических условий формирования верхнесеноманских отложений. С этой целью рассмотрим более подробно фациальные сочетания и их пространственно-временную эволюцию разреза.

Так, в пределах нижнего пласта (*Saccamina micra*, соответствует ПК2) фиксируется двучленное строение, обусловленное последовательной сменой в разрезах скважин отложений различных фациальных групп. В пачке основания разреза устанавливаются отложения речных, прибрежно-морских, заливных фаций и фаций малоподвижного мелководья. Речные осадки концентрируются в юго-восточной части структуры, где в разрезах скважин № 1002 и 2031 достигают максимальной мощности (соответственно 14,3 и 15,7 м). При этом в скважине № 2031 вверх по разрезу устанавливается смена русловых отложений дельтовыми, в то время как скважиной № 1002 вскрываются исключительно русловые осадки. Это позволяет реконструировать юго-западное направление речного потока с раскрытием дельтового веера в западных и северных румбах. Прибрежно-морские фации вскрыты скважиной № 2010, где устанавливается чередование отложений аккумулятивных форм и приливно-отливных зон с мощными (до 7 м) прослоями песчано-алевритовых осадков малоподвижного мелководья. Это, с одной стороны, определяет положение и северо-западную ориентировку береговой линии, а с другой – подчеркивает положение скважины на западном борту мощной песчаной косы, четко выраженной в палеорельефе. Осадки заливных фаций слагают непрерывный фрагмент (20 м) в основании верхнего сеномана, вскрытого скважиной № 3618. Алеврито-глинистые породы фации малоподвижного мелководья, характеризующие разрез скважины № 2050, предполагают их образование в условиях ближнего шельфа, незначительные по мощности (до 1 м) песчаные прослои аккумулятивных форм, подчеркивают север-северо-западное направление развития палеокосы, разделяющей русловой поток и залив (рис. 2, а).

Верхняя пачка пласта (*Saccamina micra*) в пределах Ван-Еганского месторождения характеризуется полным исчезновением речных отложений, которые сменяются осадками заливов, что предполагает смену дельтового режима седиментации эстуарным с развитием лимана в приустьевой зоне (скв. № 1002, 2031). При этом в скважине № 2031 осадки заливов, вверх по разрезу, последовательно сменяются образованиями алеврито-глинистых, алеврито-песчаных фаций

малоподвижного мелководья и далее песчаниками и алевритами приливно-отливных зон и приливных каналов. Аналогичная тенденция устанавливается и для скважины № 3618, что подчеркивает положение береговой линии. Фациальные разрезы, вскрытые скважинами № 2050 и 2010, в целом идентичны нижележащей пачке, отражая режим ближнего шельфа и склона палеокосы соответственно. В последнем случае устанавливается резкое преобладание песчаных фаций аккумулятивных форм и приливно-отливных зон, что указывает на расширение палеокосы в западном направлении (рис. 2, б).

Горизонт *Gaudryinopsis nanushukensis elongatus*, согласно микрофаунистическим данным, соответствует максимуму трансгрессии, которая привела к формированию глинистой перемычки между пластами ПК1 и ПК2. На момент формирования данных пород по всей площади были развиты исключительно мелководно-морские обстановки осадконакопления, представленные карбонатными, алеврито-глинистыми, алеврито-глинисто-карбонатными и песчаными осадками фаций малоподвижного мелководья и заливов (скважины № 3618, 1002).

Учитывая вышесказанное, можно предположить, что формирование перемычки происходило на фоне расширения лиманной зоны в южной части площади и появления небольшого залива на востоке, что отражает эстуарный режим [8] седиментации (рис. 2, в).

Формирование осадков горизонта *Trochammina wetteri tumida* (соответствует ПК1) происходит на фоне усиления гидродинамического режима за счет активизации речного потока и приливно-отливной деятельности. При этом устанавливается смещение руслового потока из западной части в восточную, что фиксируется наличием исключительно речных осадков в разрезе скважины № 3618. Подобные вариации изменения позиции речного потока могут быть обусловлены влиянием сил Кориолиса. Другой палеогеографической особенностью формирования данного пласта является стабильное положение ближнего шельфа в северной части структуры, которое фиксируется чередованием алеврито-глинистых и песчано-алеврито-глинистых осадков фации малоподвижного мелководья в разрезе скважины № 2050. Максимальная фациальная изменчивость горизонта *Trochammina wetteri tumida* фиксируется в западной части структуры, при этом последовательное изменение осадков различных фациальных групп в разрезах скважин № 1002, 2010 и 2031 позволяет определить трехчленное строение данного пласта (рис. 2, г).

Так, в основании разреза горизонта *Trochammina wetteri tumida* положение береговой линии фиксируется по чередованию отложений приливно-отливной зоны и малоподвижного мелководья в скважинах № 1002 и № 2031. Наличие в разрезе скважины № 1002 мощных песчаников аккумулятивных форм подчеркивает максимальную гидродинамическую активность прибрежного морского бассейна в южной части структуры. Преимущественно алеврито-глинистые осадки малоподвижного мелководья, вскрытые скважиной № 2010, позволяют рассматривать центральную зону структуры как реликт лагунно-эстуарного бассейна (рис. 2, д).

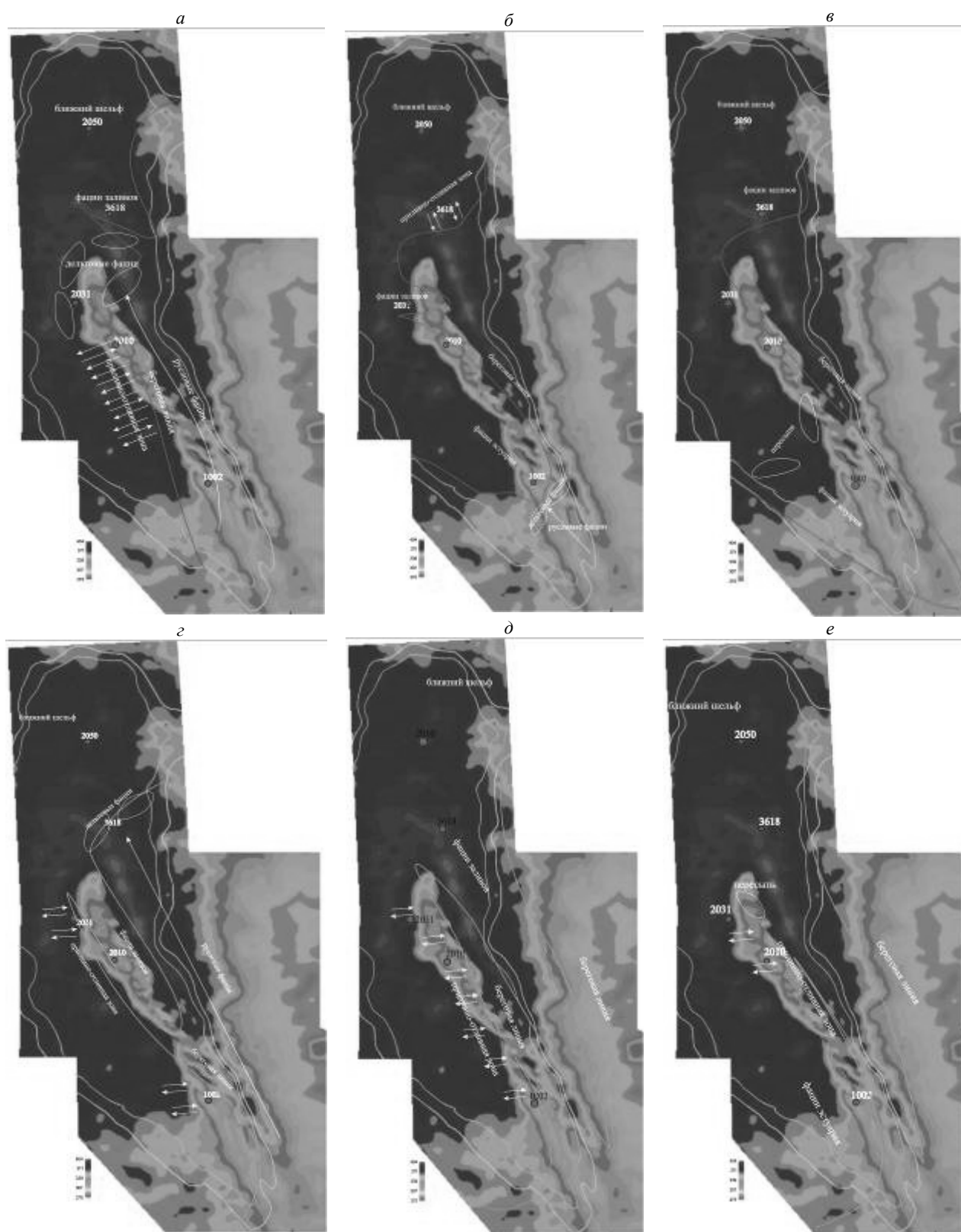


Рис. 2. Палеогеографические реконструкции горизонта ПК 1–2: а, б – горизонт *Saccamina micra* (ПК2); в – горизонт *Gaudryinopsis nanushukensis elongatus* (перемычка между ПК1 и ПК2); г–е – горизонт *Trochammina wetteri tumida* (ПК1)

В средней части разреза фиксируется смещение береговой линии в юго-восточном направлении, что находит свое подтверждение в смене алевроито-глинистых эстуарных осадков основания разреза скважины № 2010 чередованием приливо-отливных отложений и песчано-алеврито-глинистых фаций ма-

лоподвижного мелководья. На северном направлении (скважина № 2031) устанавливается чередование песчаных отложений приливо-отливных зон и аккумулятивных форм, подчеркивая развитие вдольберегового бара, а в южной части (скважина № 1002) чередование осадков приливных каналов и

малоподвижного мелководья также указывают на удаление береговой линии (рис. 2, е).

Трансгрессивный характер осадконакопления характерен и для верхней части пласта. Наиболее наглядно это выражается на юге структуры в разрезе скважины № 1002, который представлен преимущественно алеврито-глинистыми и песчано-алеврито-глинистыми отложениями малоподвижного мелководья, сопоставимыми с морскими осадками ближнего шельфа в разрезе скважины № 2050. Чередование осадков фаций приливных каналов, приливно-отливной зоны и малоподвижного мелководья в центральной части площади (скважина № 2010) также характеризует их более отдаленное от береговой линии накопление, по сравнению с нижележащими отложениями. Мощные песчано-алевролитовые слои приливных каналов (14 м) вскрыты скважиной № 2031, подчеркивают направление активизации морских течений, размывающих аккумулятивные формы (рис. 2, ж).

Таким образом, проведенные палеогеографические реконструкции накопления верхнесеноманских осадков в пределах Ван-Еганского месторождения подчеркивают их прибрежно-морское происхождение, отражающее трансгрессивный режим седиментации на фоне изменения гидродинамической активности в системе «река – море». При этом формирование отложений нижнего (*Saccamina micra*) горизонта осуществлялось в режиме снижения гидродинамики реки и завершилось становлением лиманного бассейна и развитием глинистой перемычки (горизонт *Gaudryinopsis nanushukensis elongatus*). Накопление осадков верхнего (*Trochammina wetteri tumida*) горизонта происходило в условиях активизации прибрежно-морских течений, при этом береговая линия постепенно смещалась в юго-западном направлении, что отражает наступление бореальной северной трансгрессии, пик которой фиксируется в туроне формированием кузнецовской свиты. Подобная вариативность формирования осадков отражает развитие эстуарного бассейна [8] на фоне смещения осевой зоны русла в восточном направлении.

Обобщая комплекс проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Тектурно-структурные реконструкции фациального режима осадконакопления верхнесеноманских осадков в пределах Ван-Еганской структуры позволило выделить три группы фаций, отвечающих речным (руслowym, дельтовым), прибрежно-морским (приливно-отливным зонам, приливным каналам, аккумулятивным формам) и мелководно-морским (малоподвижного мелководья, заливов и лагун (лиман)) условиям. Это позволяет предполагать, что формирование изученного разреза происходило в прибрежно-морских условиях приустьевой зоны крупного речного потока.

2. Литологические особенности и минеральный состав изученных осадков подчеркивают значительную вариативность терригенной составляющей и сортированности песчаников, что отражает латеральную и вертикальную изменчивость гидродинамической активности бассейна седиментации. Контрастный состав аутигенных парагенезисов, выраженный в развитии каолинит-монтмориллонитового, хлорит-каолинит-гидрослюдистого, карбонатно-глинистого цементов, а также рассеянных проявлений сидеритовой, сульфидной и фосфатной минерализации, указывает на конвергентность признаков континентальной и морской седиментации, подчеркивая переменную активность в системе «река – море».

3. Анализ латерального и вертикального распределения осадков, сформированных в различных фациальных условиях, показал, что накопление верхнесеноманского разреза в пределах Ван-Еганской структуры отражает развитие эстуарного бассейна на фоне общей трансгрессии. При этом выделенные стратиграфические горизонты фиксируют основные этапы эволюции эстуария. Так, накопление осадков нижнего слоя (*Saccamina micra*) определяет его заложение в южной части площади и происходит на фоне подавления гидродинамической активности реки морскими потоками. Глинистая перемычка горизонта (*Gaudryinopsis nanushukensis elongatus*) формировалась непосредственно в эстуарном режиме. Верхний горизонт (*Trochammina wetteri tumida*) характеризуется активной динамикой морского потока, фиксируя прибрежно-морские условия седиментации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Космыгин В.А.* Циклостратиграфический анализ и литофациальное моделирование нефтегазоносных отложений покурской свиты южной части Варьеганского мегавала : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. М., 2011. 25 с.
2. *Александрова Г.Н., Космынин В.А., Постников А.В.* Стратиграфия и условия седиментации меловых отложений южной части Варьеганского мегавала (Западная Сибирь) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2010. Т. 18, № 4. С. 65–91.
3. *Алексеев В.П.* Литолого-фациальный анализ : учеб.-метод. пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине «Литология». Екатеринбург : Изд-во УГГГА, 2002. 147 с.
4. *Фролов В.Т.* Литология. М., 1992. 352 с.
5. *Мухеев В.И.* Рентгенометрический определитель минералов. М. : Госгеолтехиздат, 1957. 868 с.
6. *Термический анализ минералов и горных пород* / под ред. В.П. Иванова. Л., 1974. 399 с.
7. *Подобина В.М.* Новые сведения по фораминиферам и биостратиграфии верхнего сеномана северного района // Вестник Томского государственного университета. 2012. Т. 361, № 6. С. 182–187.
8. *Dalrymple R.W.* Incised valleys in time and space: an introduction to the volume and an examination of the controls on valley formation and filling // Incised Valleys in Time and Space. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication / ed. by R.W. Dalrymple, D.A. Leckie, R.W. Tillman. Tulsa, USA, 2006. Vol. 85. P. 5–12.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 1 июля 2014 г.

LITHOFACIAL ANALYSIS AND PALEO GEOGRAPHIC RECONSTRUCTION OF UPPER CENOMANIAN DEPOSITS OF HORIZON PC 1-2 (POKURSKAYA SUITE, VAN-YOGAN FIELD, WESTERN SIBERIA)

Tomsk State University Journal. No. 386 (2014), 201-208 DOI: 10.17223/15617793/386/34

Betkher Olga V. Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: oolit@mail.ru

Afonin Igor V. Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: heaven05@list.ru

Ivlev Dmitriy A. Taas-Yuryakh NGD (Irkutsk, Russian Federation). E-mail: heaven05@list.ru

Keywords: lithofacies analysis; paleogeographic reconstruction; Pokurskaya suite; estuary.

This work is devoted to the reconstruction of the sedimentary environment of the Upper Cenomanian deposits of the Pokurskaya suite from the Van-Yogan deposit. The main diagnostic instruments were the lithofacies, petrographic, thermal and X-ray diffraction analyses. Using the structural-textural reconstruction of the facial mode of sedimentation of the upper Cenomanian sediments within the Van-Yogan deposit allowed to distinguish three groups of facies corresponding to river (channel, deltaic), coastal-marine (tidal zones, tidal channels, accumulative forms) and shallow-marine (slow-moving shallow water, bays and lagoons (limans)) conditions. This suggests that the formation of the studied section occurred in the coastal-marine environment of the wellhead area of a large river flow. The lithological features and mineral composition of the studied sediments emphasize the substantial variability of the terrigenous component and sorting sandstones, reflecting the lateral and vertical variability of the hydrodynamic activity of the sedimentation basin. The contrasting composition of authigenic assemblages expressed in the development of kaolinite-montmorillonite, chlorite-kaolinite-hydromicaceous, carbonate-clayed cements and scattered occurrences of sideritic, sulphide and phosphate mineralization indicates the convergence of the features of continental and marine sedimentation. It emphasizes the variable activity of the river-sea system. The analysis of the lateral and vertical distribution of sediments which formed in various facies conditions showed that the accumulation of the Upper Cenomanian sediments within the Van-Yogan deposit reflects the development of the estuarine basin against transgression. In this case the selected stratigraphic horizons record the main phases of the evolution of the estuary. So the accumulation of the sediments of the lower layer (*Saccamina micra*) determines its inception in the southern part of the area and occurs against the compression of the hydrodynamic activity of the river by streams. The clay bridge of the horizon (*Gaudryinopsis nanushukensis elongatus*) was formed directly in the estuarine mode. The upper horizon (*Trochammina wetteri tumida*) is characterized by the active dynamics of the marine flow, which fixes the coastal marine deposit environment.

REFERENCES

1. Kosmygin V.A. *Tsiklostratigraficheskiy analiz i litofatsial'noe modelirovanie neftegazonosnykh otlozheniy pokurskoy svity yuzhnoy chasti Var'eganskogo megavala*. Avtoref. dis. kand. geol.-mineral. nauk [Cyclostratigraphic analysis and lithofacies modeling of oil and gas deposits of the Pokurskaya suite of the southern Variegated megaswell. Abstract of Geology and Mineralogy Cand. Diss.]. Moscow, 2011. 25 p.
2. Aleksandrova G.N., Kosmygin V.A., Postnikov A.V. *Stratigrafiya i usloviya sedimentatsii melovykh otlozheniy yuzhnoy chasti Var'eganskogo megavala (Zapadnaya Sibir)* [Stratigraphy and depositional environment of the Cretaceous deposits of the southern Variegated megaswell (Western Siberia)]. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya*, 2010, vol. 18, no. 4, pp. 65-91.
3. Alekseev V.P. *Litologo-fatsial'nyy analiz* [Lithofacies analysis]. Ekaterinburg: UGGA Publ., 2002. 147 p.
4. Frolov V.T. *Litologiya* [Lithology]. Moscow: MSU Publ., 1992. 352 p.
5. Mikheev V.I. *Rentgenometricheskii opredelitel' mineralov* [Radiometric determinant of minerals]. Moscow: Gosgeoltekhizdat Publ., 1957. 868 p.
6. Ivanov V.P. (ed.) *Termicheskiy analiz mineralov i gornykh porod* [Thermal analysis of minerals and rocks]. Leningrad: Nedra Publ., 1974. 399 p.
7. Podobina V.M. New data on Upper Cenomanian foraminifers and biostratigraphy of northern district of Western Siberia. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*, 2012, no. 361, pp. 182-187. (In Russian).
8. Dalrymple R.W. *Incised valleys in time and space: an introduction to the volume and an examination of the controls on valley formation and filling*. In: Dalrymple R.W., Leckie D.A., Tillman R.W. (eds.) *Incised Valleys in Time and Space. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication*. Tulsa, USA, 2006. Vol. 85, pp. 5-12.

Received: 01 July 2014