

УДК 551.3:553.98

РЕКОНСТРУКЦИЯ УСЛОВИЙ СЕДИМЕНТАЦИИ ВАСЮГАНСКОЙ СВИТЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ ВАТЬЕГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

С.В. Вологин, А.И. Кудаманов, К.Г. Скачек*

ООО «КогалымНИПИнефть»,

*ТПП «Когалымнефтегаз»

E-mail: vologin@nipi.ws.lukoil.com

В центральной части Западной Сибири седиментация келловей-оксфордских отложений протекала ритмично в западном и северо-западном направлении. Отложения продуктивных пластов ЮВ₁² и ЮВ₁¹⁶ формировались в два регрессивных этапа. На западе площади эпизодами существовали опресненные лагуны, на севере – прибрежно-морские условия. Продуктивный пласт ЮВ₁¹⁶ является результатом выравнивания рельефа, разрушения пляжей и перераспределения осадков в виде вдольбереговых валов, баров и барьерных островов накануне региональной «георгиевской» трансгрессии.

Ключевые слова:

Скважина; керн; пласт; каротаж; фация; геолого-геофизический разрез; текстура; циклит; линза; корреляция; лагуна; пляж; фильтрационно-емкостные свойства; грансостав; подсчет запасов.

Key words:

Well, drill core, pay zone, logging, facies, geologic-geophysical profile, structure, cyclothem, lens, correlation, lagoon, beach, reservoir properties, grain-size distribution, reserves estimation.

Отложения васюганской свиты келловей-оксфордского возраста, вмещающие пласты Ю₁, являются одним из главных продуктивных объектов Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. Поэтому вполне закономерно, что в последнее время активизировались геологоразведочные работы на территориях, где верхнеюрские песчаники могут быть перспективными объектами, что нашло отражение в обширной серии публикаций по результатам изучения этих отложений [например, 1–3]. Вместе с тем, пласты этого интервала характеризуются весьма сложным и неоднозначным распределением литологических и фильтрационно-емкостных свойств вследствие многообразия фациальных обстановок седиментации и широко представленных наложенных изменений. На тектонической схеме [4] Ватъеганское месторождение площадью ~45×45 км расположено к востоку от Сургутского свода, в пределах структуры II порядка – Ватъеганского вала, осложняющего с запада структуру I порядка Северо-Вартовскую мегатеррасу (рис. 1). На «Схеме фациального районирования келловей-верхнеюрских отложений» площадь работ расположена в центральной части Пур-Иртышского фациального района Обь-Ленской фациальной области преимущественно морского седиментогенеза [5].

При изучении терригенных пород традиционно наиболее информативным методом геофизических исследований скважин (ГИС) считается метод потенциалов самополяризации (ПС). Наблюдается устойчивая корреляционная связь между амплитудой ПС, относительной глинистостью, характеризующей степень заполнения объема пор глинистым материалом, и гранулометрическим составом пород. На характер отклонения диаграммы ПС влияют и другие факторы: минерализация пластовых вод, мощность пластов, химический состав бу-

рового раствора и др. Для того, чтобы исключить влияние посторонних факторов, использовались не абсолютные значения ПС в мВ, а относительные – α ПС. Показатель α ПС представляет собой отношение частного значения отклонения к значению максимального отклонения диаграммы ПС в изучаемом разрезе. Для этого на участке изучаемого разреза с максимальным абсолютным значением ПС выделяют два опорных слоя. Одним опорным слоем служат морские глины, характеризующиеся минимальным отклонением ПС. Вертикальная линия, построенная через точку минимального отклонения, является линией глин. Другим опорным слоем разреза принимаются чистые песчаники, обладающие наибольшими значениями пористости и проницаемости, с максимальным отклонением диаграммы ПС. Через точку максимального отклонения проводится вторая линия (песчаников), параллельная первой, рис. 2.

В результате анализа материалов комплексных исследований керна 35 скважин и материалов ГИС порядка 150 скважин Ватъеганского месторождения установлен ритмичный характер седиментации васюганской свиты в направлении с юго-востока на северо-запад, рис. 3. В разрезе свиты (мощностью 65...90 м) выделяются четыре пачки отложений, обладающие внутренним закономерным строением. Друг от друга пачки отделяются поверхностями с признаками увеличения глубины бассейна или дефицита поступления осадков. Согласно современным представлениям пачка пород, ограниченная снизу и сверху поверхностями трансгрессии, может рассматриваться как трансгрессивно-регрессивный прорециклит [7], литома или парасеквенс [2]. Локальное распространение «породно-слоевого комплекса, отражающего единый трансгрессивно-регрессивный цикл и ограниченного поверхностями с признаками увеличения

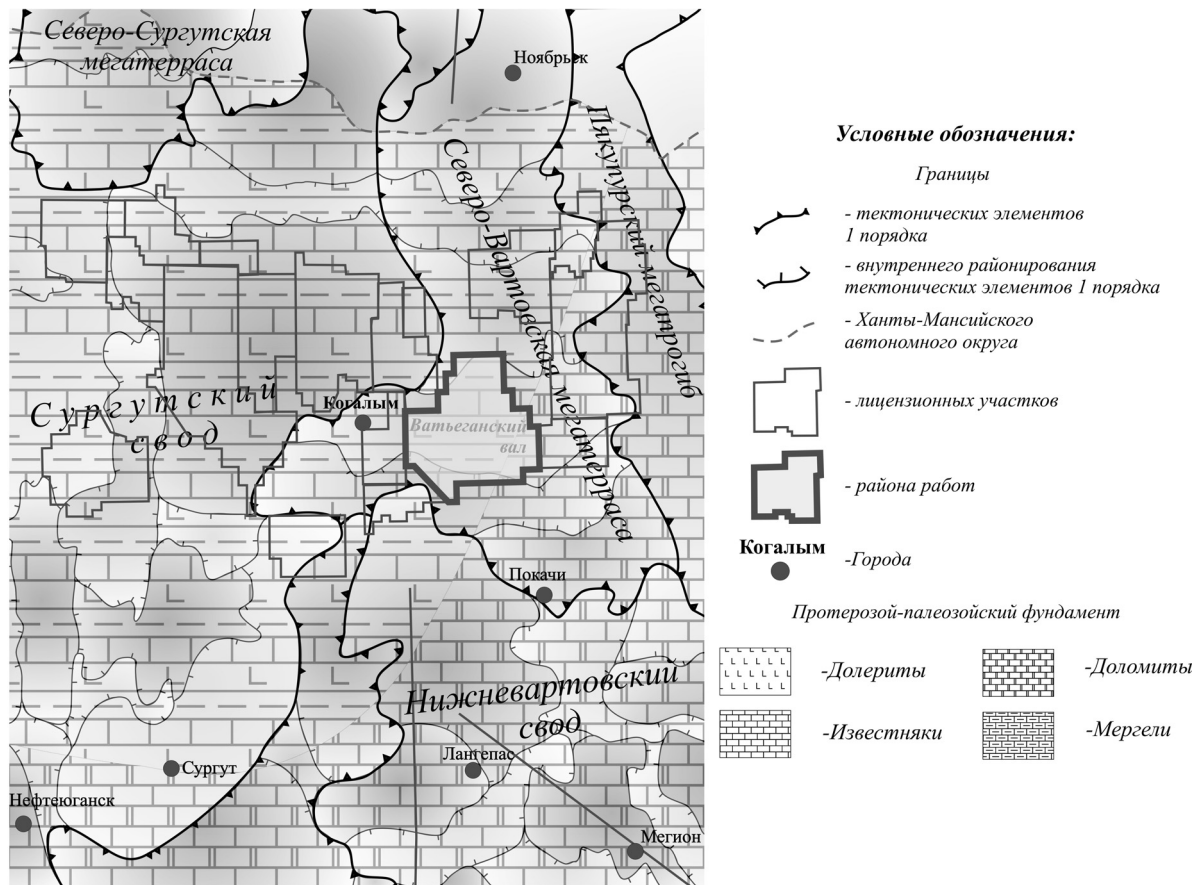


Рис. 1. Фрагмент тектонической карты центральной части Западно-Сибирской плиты под ред. В.И. Шпильмана, Н.И. Змановского и др. [4]. Масштаб 1:3000000. Сочетание ассоциаций пород с учетом их количественного соотношения отражено комбинацией знаков

глубины бассейна», позволило авторам применить рабочий термин «линза». Данное определение справедливо только для трех нижних линз. Верхняя, завершающая разрез линза представлена только трансгрессивной нижней частью, рис. 3.

Отложения нижней линзы Л4 (нижневасюганская подсвита мощностью 30...45 м) не содержат продуктивных пластов и на площади работ не представлены керном. По материалам ГИС подсвита характеризуется преимущественно глинистым составом и ограничена снизу кровлей пласта ЮВ₂ (кровлей тюменской свиты) и сверху – кровлей пачки (мощностью 2...3, редко до 4 м), как правило, карбонатных алевролитов. В составе верхневасюганской подсвиты, более песчаной по составу, снизу вверх выделяются три линзы: два прорециклита (трансгрессивно-регрессивных породных комплексов) – Л3 (в кровле содержит продуктивный пласт ЮВ₁²) и Л2 (участками в кровле содержит реликты продуктивного пласта ЮВ₁¹⁶), и проциклит Л1 (почти целиком представленный продуктивным пластом ЮВ₁^{1а}) трансгрессивного происхождения.

Для каждой линзы по материалам ГИС были определены следующие параметры: мощность общая (Мо), мощность песчано-алевритовой составляющей (Мп), мощность ила (Ми), суммарная

мощность ила и песчано-алевритовой составляющей (Мс). Мощность песчано-алевритовой составляющей контролируется значением $\alpha_{\text{пс}}$ более 0,25. Ми определялась путем вычитания Мп из Мо и умножения остатка на три, с учетом того, что первичная пористость иловых осадков достигала 50...80 % [8]. На основании полученной выборки были построены карты распределения значений названных параметров для каждой линзы.

В результате анализа карт распределения параметров, цикличности васюганской свиты, мощности отложений, структурно-текстурных особенностей, характера распределения значений литологических параметров и фильтрационных свойств были построены карты фаций на время завершения седиментации линз Л3–Л1, рис. 4.

Ниже приводится краткое описание выявленных закономерностей и выводы для каждой линзы (снизу вверх, по мере седиментации).

Линза Л4. Описание пачки приводится по литературным источникам и результатам интерпретации материалов ГИС по скважинам Ватыганского месторождения. В целом с юго-востока на северо-запад Мо уменьшается в объеме 29...40 м. В подошве залегает непродуктивная пахомовская пачка «мусорных» алевропесчаников (базальные слои мощностью до 4...5 м). Выше расположена пачка

(до 5...7 м) тонко-отмученных массивных аргиллитов с обилием конкреций пирита, дальней зоны седиментации, перекрытая пачкой (до 10 м) глинистых алевролитов с градационной слоистостью, с ихнофоссилиями *Chondrites*, переходной зоны побережья [3]. Особенности распределения M_o позволяют предположить поступление осадков в северо-западном направлении, с локализацией песчано-алевритовой составляющей преимущественно в юго-восточной части месторождения.

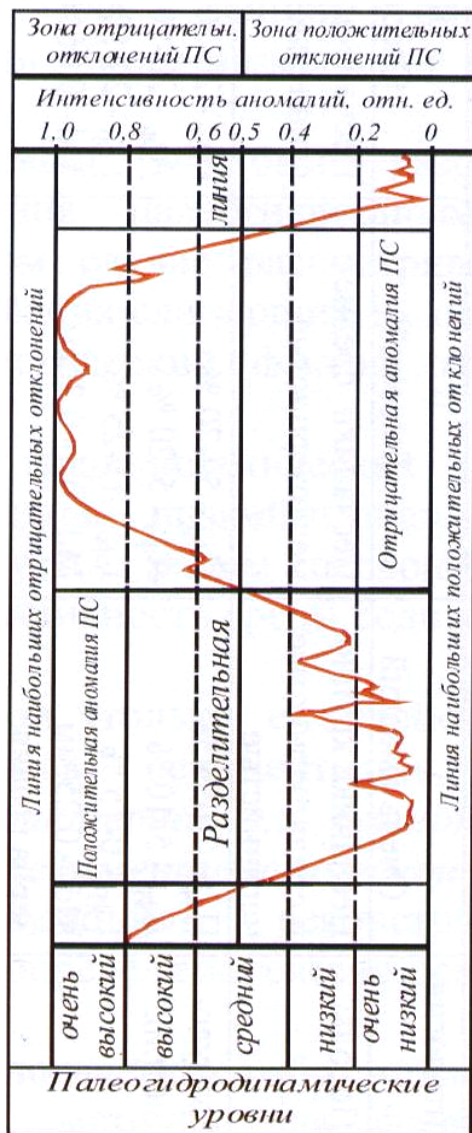


Рис. 2. Морфология кривой ПС и палеогидродинамические уровни среды седиментации [6]

Линза Л3. Отмечается довольно выдержанное, «плащеобразное» (типа «микроклиноформа») распределение общей мощности линзы с увеличением с юго-востока на запад в объеме 13...24 м, с юго-востока на север и северо-запад в объеме 13...28 м (рис. 4, а). Нижняя часть линзы (проциклит) представлена глинистыми осадками переходной зоны. Перспективные в отношении нефтегазо-

носности отложения расположены в верхней части прорециклита. На западе и юго-западе отмечаются отложения опресненной лагуны (эстуария?). Признаки опреснения (отсутствие биотурбации, фрагменты корневой системы растений) на западе были выявлены по керну нескольких скважин; на юго-западе — по аналогии материалов ГИС. Центр и юго-восток площади (приподнятые участки) в завершение осадконакопления линзы располагались выше уровня моря (отсутствие седиментации) и, по всей видимости, подвергались процессам эрозии и сноса осадочного материала в сторону принимающего бассейна — на запад и северо-запад. В пользу этого свидетельствуют выделенные по ГИС в этой части площади эрозионные врезы (М до 13 м) в глинистых алевролитах переходной и предфронтальной зоны, выполненные русловыми и прирусловыми алевроито-песчаными отложениями [9]. Закономерности распределения M_s и M_p линзы Л3 позволяют предположить дельтовые условия седиментации (типа «птичья лапа»).

Линза Л2. В результате комплексного анализа цикличности, керновых материалов и корреляции разрезов на большей части площади работ (в центре, на юге и юго-востоке) выявлено значительное разрушение и перераспределение верхних алевроито-песчаных осадков этой линзы.

Линза Л2 характеризуется клиновидным строением (типа «микроклиноформа») с увеличением общей мощности с юго-востока на запад в объеме 5...24 м, на север и северо-запад — в объеме 5...13 м (рис. 4, б). С учетом преимущественно глинистого типа разреза линзы (то есть наиболее «потерявшего» мощность в результате уплотнения) на севере — западная и северная области седиментации обладали примерно равной глубиной расположения дна. К северо-западу от центра площади отмечается локальный участок отсутствия отложений линзы Л2 (эрозионное окно), где представлены песчаные образования ниже лежащей линзы Л3. Западный участок дельтовидной формы, аналогично линзе Л3, по результатам исследования керна слагают отложения опресненной лагуны (эстуария?). Относительно линзы Л3 бассейн лагуны несколько смещен к западу. Распределение M_o и M_p линзы Л2 также может быть результатом дельтовых условий седиментации в северном и северо-западном направлении.

Линза Л1 представлена наиболее песчаными отложениями с наилучшими коллекторскими свойствами для васюганской свиты Ватъеганского месторождения. Распределение отложений линзы контролируется тремя зонами седиментации. Центральная меридиональная зона представлена сериями барьерных островов и баров (рис. 4, в). К востоку и юго-востоку расположены обстановки прилагунных пляжей; на северо-востоке — обстановки открытой лагуны (залива) нормальной солёности. К западу накапливались осадки приливов и отливов нижней и предфронтальной зоны пляжа трансгрессивного ряда. На севере участками отме-

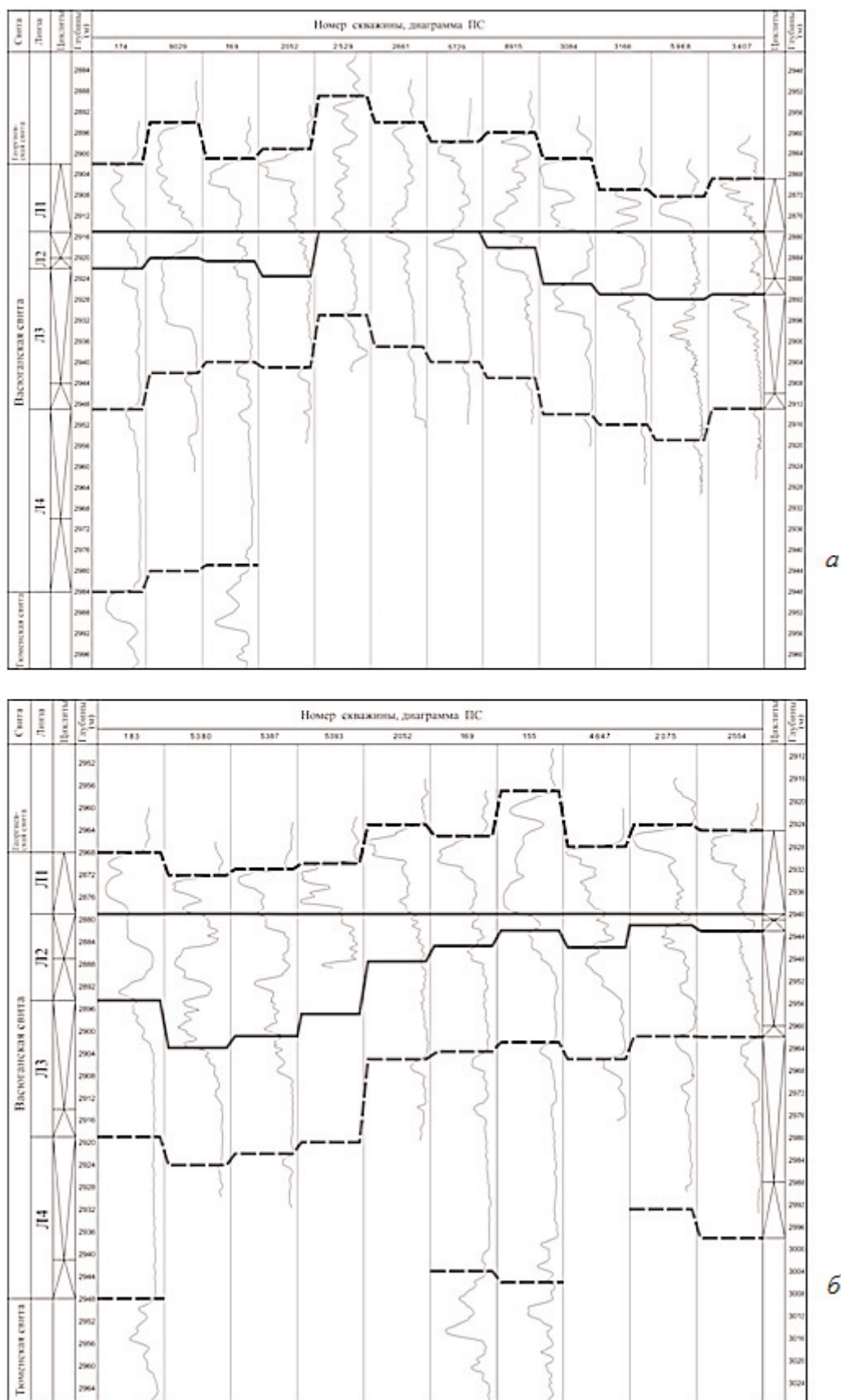


Рис. 3. Схема предварительной корреляции разреза васюганской свиты по: а) меридиональному профилю А-А; б) широтному профилю Б-Б

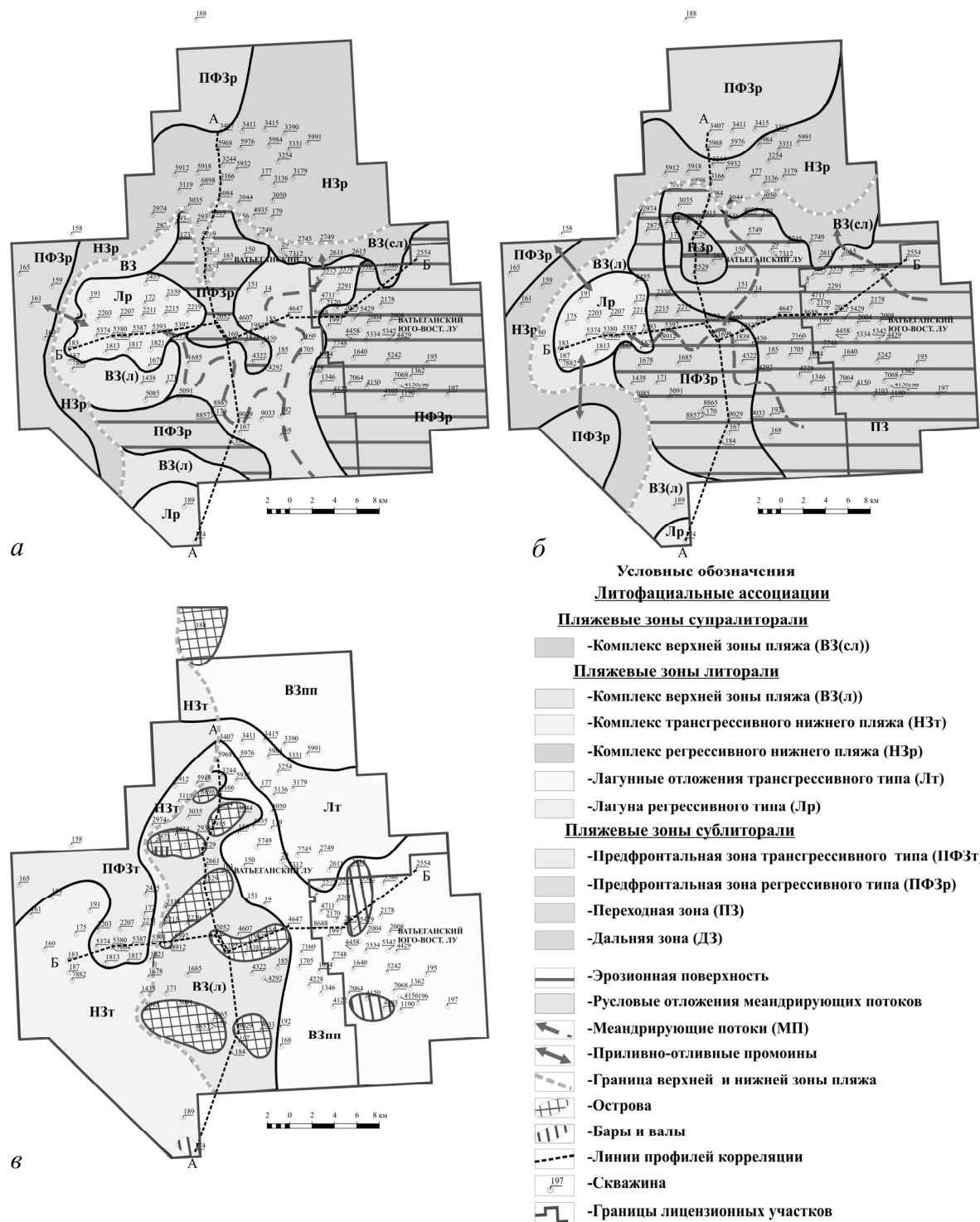


Рис. 4. Карты размещения фаций на время завершения седиментации линз: а) ЛЗ; б) Л2; в) Л1

чаются отложения предфронтальной зоны, нижней зоны пляжа и прилагунного пляжа, возможно отражающие обстановки промоин и каналов, соединяющих лагуну (на северо-востоке) с морской акваторией (на западе). Карты Мо и Мп в целом повторяют друг друга и взаимно усиливают проявленные закономерности в распределении осадков данной линзы.

Формирование линзы Л1 связано с интенсивным разрушением береговых отложений (верхней части линзы Л2 с образованием эрозионной поверхности выравнивания), пространственным перемещением и продолжительной волновой (и штормовой) переработкой осадка в завершение седиментации васюганской свиты и накануне развития «георгиевской» трансгрессии.

Выводы

1. На территории Ватъеганского месторождения васюганская свита уверенно подразделяется на две подсвиты — нижнюю (примерно в объеме линзы Л4) и верхнюю (включающую линзы Л3—Л1). Формирование нижневасюганской подсвиты, преимущественно глинистого состава, связано с относительно глубоководными условиями дальней и переходной зоны профиля побережья. Седиментация верхневасюганской подсвиты, содержащей продуктивные пласты ЮВ₁, проходила в прибрежных обстановках мелководного морского бассейна в условиях ритмичной проградации побережья (возможно, при участии дельты типа «птичья лапа»).
2. Линзы Л3 и Л2 обладают подобным строением — выдвигание побережья проходило в северо-западном направлении. В завершение седиментации каждой линзы в центральной, восточной и юго-восточной части существовали над-

водные обстановки эрозионно-аккумулятивной равнины; к западу и юго-западу от центра — обстановки лагун (эстуарии?) опресненного типа.

3. Линза Л2 сверху ограничена поверхностью эрозии и выравнивания рельефа, сформированной в результате активизации вертикальных структурно-тектонических движений(?) и климатической перестройки в регионе. Кровля васюганской свиты представлена трансгрессивными валами, барами и барьерными островами линзы Л1 проциклического строения, залегающими на эрозионной поверхности. Формирование отложений линзы Л1 проходило в условиях тотального усиления бассейновых процессов накануне развития «георгиевской» трансгрессии.
4. Применение параметра Мс позволило значительно уточнить картину палеорельефа для каждой линзы и характер седиментации васюганской свиты келловей-оксфордского возраста в пределах Ватъеганского месторождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пинус О.В., Куренко М.И., Шульев Ю.В., Билинчук А.В. Условия осадконакопления песчаных пластов Ю, в центральных и юго-восточных районах Западной Сибири // Геология нефти и газа. — 2008 — № 2. — С. 34—43.
2. Шишлов С.Б. Элементарные литомы сероцветных эпиконтинентальных формаций // Литология и геология горючих ископаемых: Межвуз. науч. темат. сб. — Екатеринбург: УГГУ, 2008. — Вып. II (18). — С. 169—183.
3. Бейзель А.Л., Ян П.А., Вакуленко Л.Г., Бурлева О.В. Основные черты импульсной модели формирования васюганского горизонта Западной Сибири // Литология и геология горючих ископаемых: Межвуз. науч. темат. сб. — Екатеринбург: УГГУ, 2007. — Вып. I (17). — С. 93—103.
4. Шпильман В.И., Солопахина Л.А., Пятков В.И. Новая тектоническая карта центральных районов Западной Сибири // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО: Матер. III научно-практ. конф. — Ханты-Мансийск, 1999. — Т. 1. — С. 96—116.
5. Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятков В.П. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2000. — 480 с.
6. Ежова А.В. Литология. — Томск: Изд-во ТПУ, 2005. — 353 с.
7. Карогодин Ю.Н., Ершов С.В., Сафонов В.С. и др. Приобская нефтеносная зона Западной Сибири: Системно-литологический аспект. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1996. — 252 с.
8. Селли Р. Введение в седиментологию. — М.: Недра, 1981. — 370 с.
9. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел — литологических ловушек нефти и газа. — Л.: Недра, 1984. — 260 с.

Поступила 11.06.2010 г.