

- ются: наличие трапповых тел и рифогенных построек, а также изменения мощности пластов солей. Подобные объекты отображаются на сейсмических разрезах, получаемых при проведении современных работ повышенной кратности.
2. Существенное влияние на структурный план осадочного чехла трапповых тел отражалось на размещении и сохранении месторождений

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анциферов А.С., Бакин В.Н., Воробьев В.Н. и др. Непско-Ботубинская антеклизы – новая перспективная область добычи нефти и газа на Востоке СССР. – Новосибирск: Наука, 1966. – 246 с.
2. Мельников Н.В., Якшин М.С., Шишкин Б.Б. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Рифей и венд Сибирской платформы и ее складчатого обрамления. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2005. – 428 с.
3. Шейман Ю.М. Тектоника и магматизм. – М.: Наука, 1976. – 370 с.
4. Растегин А.А. О флювиогляциальной природе продуктивных отложений хужирского циклита и возможном влиянии траппов на строение залежей Верхнечонского газонефтяного месторождения / Литмологические закономерности размещения резервуаров и залежей углеводородов. – Новосибирск: Наука, 1990. – С. 211–216.
5. Вожов В.И. Гидрогеологические условия месторождений нефти и газа Сибирской платформы. – М.: Недра, 1987. – 204 с.
6. Роднова Е.Н. Коллекторские свойства карбонатных пород в контактовых ореолах интрузивных траппов Тунгусской синеклизы // Литологическое изучение коллекторов нефти и газа: Труды ВНИГРИ. – Л., 1973. – Вып. 326. – С. 133–142.
7. Шемин Г.Г. Геология и перспективы нефтегазоносности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботубинская, Байкитская антеклизы и Канганская седловина). – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 467 с.
8. Ефимов А.О. Соотношение венд-нижнекембрийских комплексов Среднеботубинского месторождения // Новые данные по геологии и нефтегазоносности Лено-Тунгусской провинции: Труды СНИИГГиМС. – Новосибирск, 1982. – С. 47–52.
9. Асташкин В.А., Варламов А.И., Губина Н.К. и др. Геология и перспективы нефтегазоносности рифовых систем кембрия Сибирской платформы. – М.: Недра, 1984. – 181 с.

Поступила 05.06.2009 г.

УДК 552.578

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО РЕЗЕРВУАРА НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ЦИКЛА

А.Л. Бейзель

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск
E-mail: beiselal@ipgg.nsc.ru

Формирование нефтегазового резервуара представляется как образование осадочного цикла, состоящего из песчаной проницаемой части и глинистого экрана. В основе модели лежит известная концепция географического цикла, действие которой распространено на морскую фациальную область. В континентальных фациях географический цикл представлен проциклитом, который трансформируется в морской рециклит за счет действия береговой барьерной зоны. При этом песчаный пласт совершает диагональный переход из нижнего базального положения в верхнее регрессивное. В результате песчаные континентальные пласты ставятся в соответствие глинистым морским, а глинистые континентальные – песчаным морским.

Ключевые слова:

Юра, Западная Сибирь, нефтегазовые резервуары, стратиграфия, цикличность.

Key words:

Jurassic, Western Siberia, hydrocarbon reservoirs, stratigraphy, cycles.

Терригенные осадочные циклы, составленные в общем случае проницаемой песчаной и экраняющей глинистой пачками, являются не только важнейшим элементом строения разрезов, но также вместилищем жидких и газообразных углеводо-

родов. Поэтому модели генезиса осадочных циклов являются одновременно моделями формирования резервуаров. В отношении способов образования осадочных циклов среди специалистов преобладают представления о широкой полигенетичности

этих объектов. Вместе с тем, большинство исследователей полагает, что ведущим фактором являются колебания уровня моря и связанные с ними трансгрессии и регрессии. Морской бассейн как бы заполняет «сам себя», а континентальные источники сноса при этом играют аморфную роль поставщика осадочного материала. Такой подход является проявлением своеобразного «морцентризма», для которого, впрочем, имеются определенные основания. Морские отложения хорошо выдержаны на площади, отчетливо стратифицированы, на них разработаны детальные стратиграфические шкалы и т. д. Для мелководно-морских отложений характерна отчетливая цикличность. Именно в них отмечается наибольшее количество ловушек и залежей углеводородов, что делает их целевым объектом геологических работ и тем самым обеспечивает максимум информации. В результате, морская фациальная область становится самодостаточной для разработки концепций и гипотез своего формирования. Континентальная область отходит на второй план и для интерпретации морских фаций привлекается редко. Закономерности строения морских разрезов принято распространять на континентальные.

При всем этом упускается из виду, что кроме областей морского и континентального осадконакопления существует геологически значимая область денудации и сноса. Здесь по определению не остается никаких осадков, и изучать вроде бы нечего. На самом деле в этой области формируется важнейший геологический объект, а именно – рельеф земной поверхности. В современной геоморфологии достигнут большой прогресс в познании закономерностей рельефообразования. Можно говорить, что геоморфология опережает геологию в плане разработки механизмов циклогенеза. Интуитивно понятно, что эрозионное рельефообразование является своего рода «антиподом» осадконакопления. Осадочный материал переносится из возвышенных мест в пониженные, и при этом объемы и массы изъятых осадков равны отложенным. Многолетними исследованиями геоморфологов установлено, что механизм циклогенеза на континенте един для рельефа и осадочных разрезов, а эрозионные циклы в областях сноса целиком и полностью отвечают осадочным. Однако, это установлено только для рельефа суши и для континентальных осадков. На морские акватории эти построения до сих пор не распространялись. Тем не менее, автор пришел к выводу о возможности разработки единой модели циклогенеза для областей денудации, континентального и морского осадконакопления [1–3]. Основа для разработки такой модели – это концепция географического цикла.

Кратко суть предлагаемой модели заключается в следующем. Географический цикл – это цикл преобразования рельефа, представленный фазой омоложения рельефа за счет тектонических движений и его последующего выравнивания экзогенны-

ми факторами. Большинство других циклов, известных в осадочной оболочке, так или иначе являются производными географических циклов. В континентальных разрезах они фиксируются в виде проциклитов. В морских фациях эти проциклиты трансформируются в рециклиты за счет действия береговой барьерной зоны. При этом песчаный пласт совершает диагональный переход из нижнего базального положения в верхнее регрессивное. В результате песчаные континентальные пласты ставятся в соответствие глинистым морским, а глинистые континентальные – песчаным морским.

Географический цикл был установлен американским географом и геологом У. Дэвисом еще в конце XIX в. В отечественной литературе ему уделяется неоправданно мало внимания [4]. У. Дэвис описывал географический цикл как последовательную смену стадий «юности», «зрелости» и «старости» рельефа. Вещественным выражением его в современном рельефе являются разновозрастные поверхности выравнивания образующиеся в конце каждого цикла.

На рис. 1 представлена схема, иллюстрирующая ситуацию в конечной стадии географического цикла. Это эпоха полного тектонического покоя. В области денудации реализован эрозионный цикл с образованием эрозионной поверхности выравнивания (пенеплена) и коры выветривания. В области континентального осадконакопления сформировалась толща осадков прогрессивного строения, т. е. с базальным грубозернистым пластом внизу и тонкими осадками сверху (проциклит). Это строение непосредственно отражает процесс сглаживания рельефа. Пока рельеф молодой, преобладают грубые разности, а по мере пенепленизации рельефа осадки становятся все более тонкими. Песчаные фации базальной пачки при этом ретроградируют, т. е. отступают в направлении источника сноса и «омолаживаются». В кровле этой толщи проходит аккумулятивная поверхность выравнивания, являющаяся продолжением пенеплена. В определенных климатических условиях здесь интенсивно развивается торфонакопление с последующим углеобразованием. Таким образом, в континентальной части все основные геолого-географические процессы надежно связаны с концепцией географического цикла.

Морская часть осадочного комплекса на рис. 1 представлена авторским вариантом. Основным его положением является закономерный диагональный переход песчаного пласта из нижнего базального положения в верхнее регрессивное. При заполнении бассейна песчаные прибрежные фации проградируют в сторону бассейна и одновременно омолаживаются в возрасте. Это происходит под действием береговой барьерной зоны. Известно, что в зоне активного действия волн песчаный материал движется вверх по склону и частично выбрасывается на берег, образуя береговой бар. Если при этом тип берега аккумулятивный, т. е. происходит наращива-

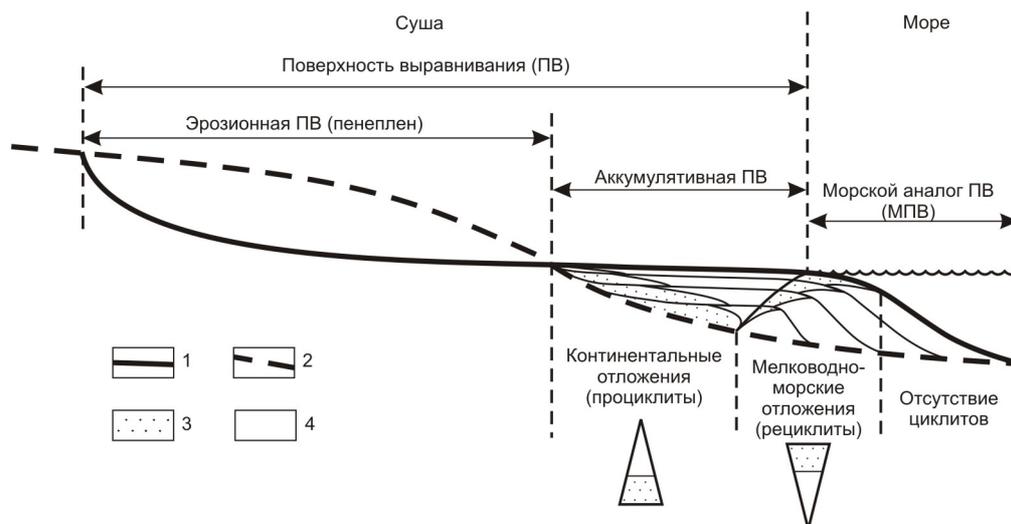


Рис. 1. Финальная стадия развития географического цикла и соответствующего ему осадочного геоконплекса: 1) поверхность выравнивания и ее морской аналог; 2) поверхность выравнивания предшествующего цикла; 3) песчаные отложения; 4) глинистые отложения

ние разреза, то реализация диагонального перехода неизбежна, и она должна рассматриваться как общая закономерность побережий такого типа. Кроме того, в начальной стадии географического цикла, когда речной сток и снос осадков наиболее интенсивны, в устьевой части преобладает осаждение илесто-глинистого материала, и глинистая толща образуется от самого уреза воды [1, 2].

Наилучшим геологическим объектом, иллюстрирующим предложенную модель, можно считать васюганский горизонт Западной Сибири [5]. На рис. 2 показан латеральный ряд свит васюганского горизонта в юго-восточной ее части региона, интерпретированный в рамках предлагаемой модели. Нижняя и верхняя границы горизонта представляют собой поверхности выравнивания и поэтому являются изохронными уровнями. Они отвечают моментам тектонического омоложения рельефа. В области сноса (на юге Сибирской платформы) происходят поднятия, а в пределах Западно-Сибирского бассейна – опускания. Последнее выражается в событийных трансгрессиях на границах горизонтов.

В конце мальшевского времени в центральной части Западной Сибири развивается миграционная трансгрессия, полностью аналогичная надугольной васюганской. На рубеже горизонтов происходит омоложение рельефа – восходящие движения в области сноса на юге Сибирской платформы и опускания Западно-Сибирской плиты. В результате береговая линия быстро перемещается вглубь континента (событийная трансгрессия). Формирование собственно васюганской свиты началось с миграционной регрессии. Она является обязательным элементом осадочного комплекса и развивается вследствие положительного баланса осадков в береговой зоне, который неизбежно складывается в начальной стадии цикла. В это время снос наиболее

интенсивен. Идет так называемая подугольная регрессия. Таким образом, она не ограничена верхневасюганской подсвитой, а начинается от самой подошвы свиты. Во время формирования пласта Ю₁³ регрессия достигает максимума. Затем в зоне влияния юго-восточного источника сноса происходит знаменательное событие – баланс материала в береговой зоне меняется с положительного на отрицательный. Постепенно сокращающийся приток осадков в какой-то момент становится меньше, чем его распределение по бассейну. В результате подугольная регрессия сменяется надугольной трансгрессией. В литературе неоднократно отмечалось, что трансгрессивная пачка пластов Ю₁² и Ю₁¹ формируется в условиях выраженного дефицита осадков. На верхней границе горизонта происходит новое омоложение рельефа и все повторяется сначала.

Эта схема имеет заметные отличия от традиционных трансгрессивно-регрессивных моделей, анализ которых здесь опускается. Отметим только одну особенность схемы, касающуюся пластов Ю₂⁰ и Ю₁⁰. По мнению автора, роль этих пластов в истории формирования разрезов васюганской и георгиевской свит преувеличена. Одно из двух: если они базальные, то не трансгрессивные, а если все-таки трансгрессивные, то относятся к верхам тюменской свиты. В каждом конкретном разрезе этот вопрос надо решать отдельно, и только после этого можно сформировать региональную картину. Данный вопрос очень важен, поскольку он, по сути, является вопросом положения границ горизонта. А это влечет за собой и пересмотр возраста этих границ, в особенности нижней границы с тюменской свитой. Когда биостратиграфы говорят о том, что трансгрессия началась в бате, то с этим нужно целиком и полностью согласиться. Но это еще не васюганская трансгрессия. Она, как уже отмечено,

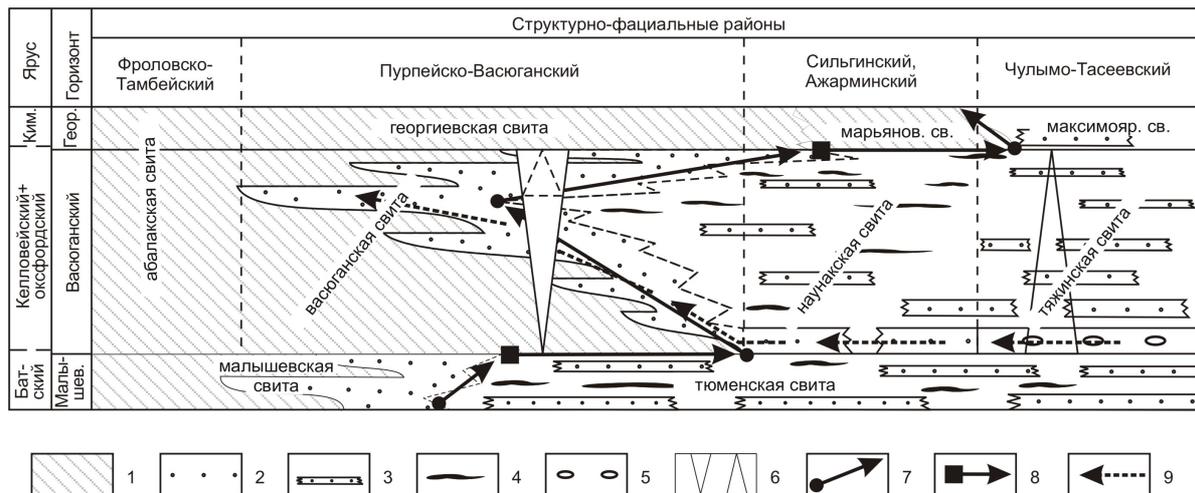


Рис. 2. Событийные и миграционные трансгрессии и регрессии и переход песчаного пласта из нижнего базального положения в верхнее регрессивное на примере латерального ряда свит васюганского горизонта на юго-востоке Западной Сибири: 1) морские глинистые отложения; 2) морские алеврито-песчаные отложения; 3) континентальные алеврито-глинистые и алеврито-песчаные отложения, 4) угли; 5) грубообломочные породы; 6) прогрессивный (континентальный) и регрессивный (морской) осадочные циклы; 7) миграционные трансгрессии и регрессии (без учета колебаний низшего порядка); 8) событийные трансгрессии; 9) переход песчаного пласта из нижнего базального положения в верхнее регрессивное. Перерывы и несогласия не показаны

относится к верхней части тюменской свиты. В подошве васюганской свиты возможно формирование небольшого базального слоя, содержащего набор разнородных несортированных элементов (так называемые «мусорные» слои). Этот вопрос требует специального рассмотрения.

Последовательное применение алгоритмов и приемов, апробированных на васюганском горизонте, ко всему разрезу нижней и средней юры Западной Сибири, приводит нас к ситуации, показанной на рис. 3. Здесь представлено сравнение ныне действующей схемы [6], максимально упрощенной автором, и ее модификации на основе выделения осадочных геоккомплексов и поверхностей выравнивания.

Новая схема объединяет в себе геологический и географический аспекты и поэтому может быть названа геостратиграфической. Каркас схемы образуют геоккомплексы и разделяющие их поверхности выравнивания. Это самый первый вариант подобной схемы, разработанный автором и представленный для первичного рассмотрения. Основное различие схем заключается в том, что в первой из них песчаные толщи сопоставляются с песчаными, а глинистые с глинистыми во всех фациальных областях. Во второй схеме морская часть оставлена без изменений, а в неморские песчаные и глинистые толщи «сдвинуты» на один шаг в ту или иную сторону. Горизонты объединены в пары, составляющие осадочные геоккомплексы по типу васюганского. Свиты трехчленного деления становятся невалидными и т. д. Хорошая геостратиграфическая схема может быть создана только коллективными усилиями.

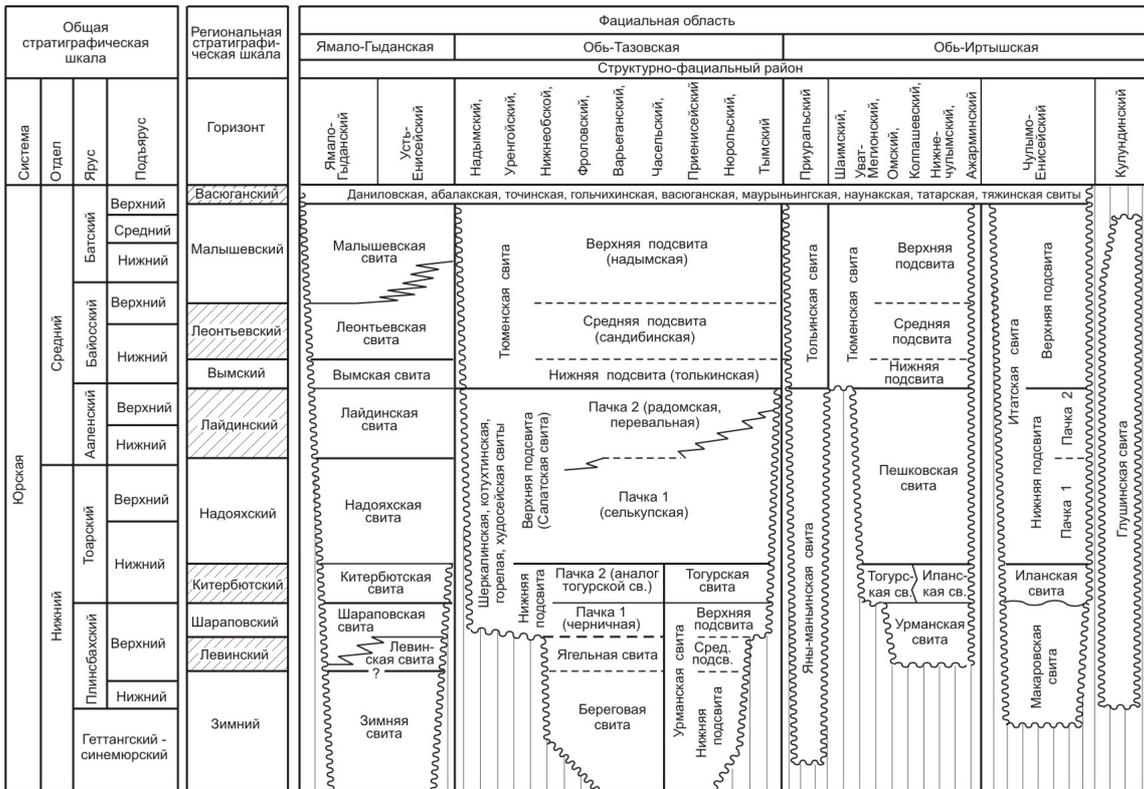
В то время, как специалисты все более сосредотачивают свое внимание на исследовании локаль-

ных и местных резервуаров, предлагаемая модель обнаруживает недоработки в этом вопросе на региональном уровне. В настоящее время является общепринятым, что горизонты существенно песчаного и глинистого состава, являющимися региональными коллекторами и экранами, выдержаны на всей территории Западно-Сибирской нефтегазосной провинции. «Знаковый» характер имеет, например, китербютский горизонт, объединяющий в себе морскую китербютскую и тогурскую свиты. Геостратиграфическая схема показывает, что тогурская свита (пачка) относится к терминальному плинсбаху и это действительно время максимальной планации рельефа. На рубеже плинсбаха и тоара происходит омоложение рельефа, и китербютская свита и ее аналоги формируется в условиях выравнивания рельефа нового цикла. Кроме того, в начале китербютского времени происходит активизация речного стока и, как следствие, некоторое опреснение внутриконтинентальных бассейнов. А это, как известно, является причиной развития стратификации морских вод и аноксических условий в придонных слоях. В свою очередь, последнее является условием накопления органического углерода, определяющего нефтегазовый генерационный потенциал глинистых толщ. Подобная ситуация в разной мере характерна для начальных интервалов всех регионально выдержанных морских глинистых толщ юры Сибири и далеко за ее пределами.

Выводы

Разработана модель заполнения осадочного бассейна, основу которой составляет известная концепция географических циклов. Ведущим фактором

а



б

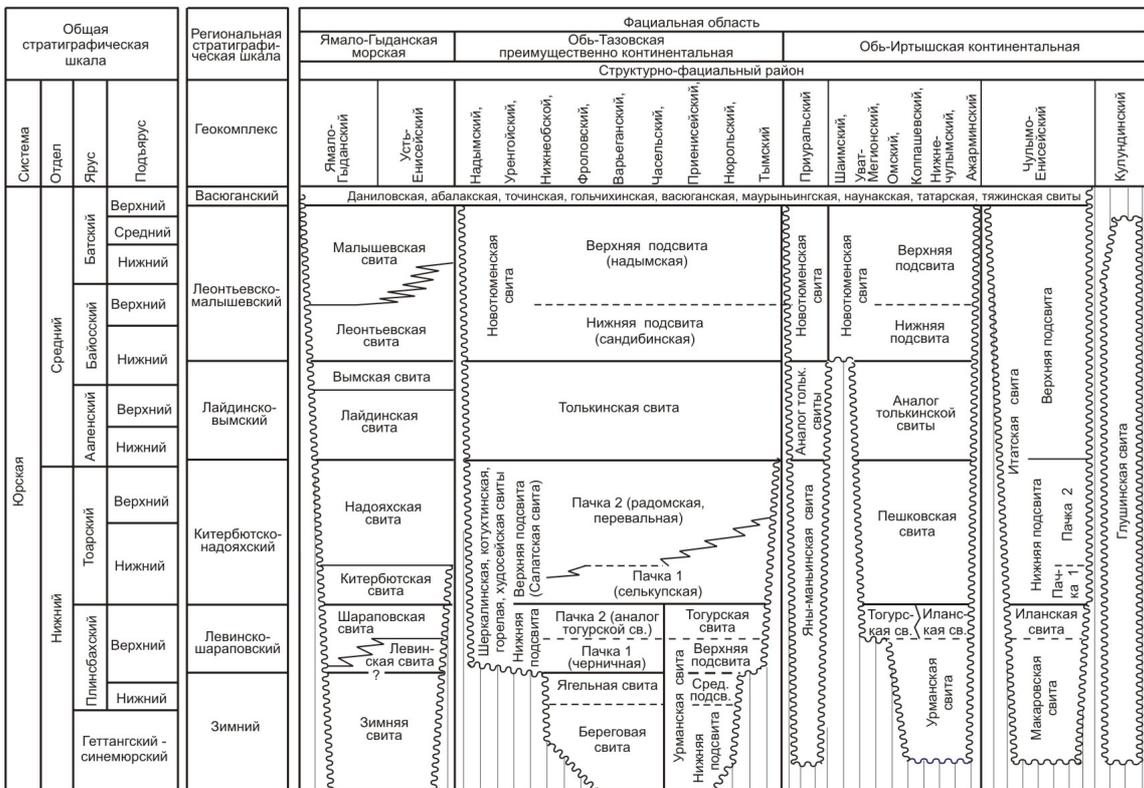


Рис. 3. Стратиграфическая схема нижней и средней (без келлова) юры Западной Сибири (по [6], со значительными упрощениями) (а) и модифицированный вариант той же схемы на основе осадочных геокмплексов (б)

циклогенеза являются фазы тектонического омоложения рельефа – одновременного подъема горных сооружений и углубления впадин. Дальнейшее выравнивание рельефа, заполнение впадин осадками и формирование разрезов представляет собой совокупность процессов саморазвития системы. В континентальной фашиальной области формируются проциклиты, являющиеся непосредственной записью циклов омоложения и выравнивания рельефа. В морской фашиальной области они трансформиру-

ются в рециклиты, а песчаные пласты при этом совершают диагональный переход из нижнего базального положения в верхнее регрессивное. В результате глинистые экраны и песчаные проницаемые комплексы не являются выдержанными в пределах всей Западносибирской нефтегазоносной провинции, как это принято считать в настоящее время. В общем случае песчаные континентальные толщи соответствуют глинистым морским, а глинистые континентальные – песчаным морским.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бейзель А.Л. Роль берега как барьерной зоны при формировании осадочной цикличности // Вестник Томского гос. ун-та. Серия «Науки о Земле». – 2003. – № 3 (1). – С. 36–38.
2. Бейзель А.Л. Изменения интенсивности сноса осадков – основной фактор образования осадочных комплексов (на материале юры Западной Сибири) // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2006. – № 5–6. – С. 34–44.
3. Бейзель А.Л. Аналоги континентальных поверхностей выравнивания в морских разрезах (на примере юры Западной Сибири) // Литосфера. – 2009. – № 1. – С. 103–108.
4. Грачевский М.М. Палеогеоморфологические предпосылки распространения нефти и газа. – М.: Недра, 1974. – 156 с.
5. 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. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. – Вып. I (17). – С. 93–104.
6. Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г. – Новосибирск: СНИИГиМС, 2004. – 114 с., прил. 3 на 31 л.

Поступила 04.09.2009 г.

УДК 552.578.2.061.42:551.72(571.5)

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ В НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ГОРИЗОНТАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ НЕПСКО-БОТУОБИНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

А.М. Фомин, Т.А. Данькина*

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск

E-mail: FominAM@ipgg.nsc.ru

*Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, г. Новосибирск

E-mail: 8.10.80.toa@mail.ru

Приводятся данные по палеогеографии, литологии и коллекторским свойствам основных нефтегазоносных горизонтов терригенного венда на северо-востоке Непско-Ботубинской антеклизы. Сделаны выводы об условиях их осадконакопления и постседиментационным изменениям пород.

Ключевые слова:

Венд, нефтегазоносный горизонт, породы-коллекторы, Непско-Ботубинская антеклиза месторождение.

Key words:

Vend, oil and gas horizon, reservoirs, Nepa-Botuoba antecline, field.

В пределах Мирнинского выступа Непско-Ботубинской антеклизы (Республика Саха-Якутия) открыты Среднеботубинское, Тас-Юряхское, Бес-Юряхское и группа Мирнинских месторождений нефти и газа (Мирнинское, Маччобинское, Иреляхское, Нелбинское и Северо-Нелбинское) [1, 2]. Перспективы открытия здесь новых залежей, приуроченных к отложениям терригенного венда, весьма высоки, что и определяет актуальность их дальнейшего изучения. Объектом настоящего исследования являлись вендские алеврито-песчаные

породы северо-восточной части Непско-Ботубинской нефтегазоносной области.

Ботубинский нефтегазоносный горизонт

Наиболее изученным на территории района исследования является ботубинский горизонт (В₅). К настоящему времени в нём открыты крупные скопления углеводородов на Чаяндинском, Среднеботубинском, Тас-Юряхском, Иреляхском, Маччобинском и других месторождениях. Страти-