



Седиментационная модель формирования тюменской свиты на участках выклинивания к выступам фундамента

Великих А.В., Новак А.В., Федоренко Е.К.

ООО «Тюменский нефтяной научный центр» г. Тюмень, Россия; e-mail: avvelikh2@tnnc.rosneft.ru, avnovak@tnnc.rosneft.ru, ekfedorenko@tnnc.rosneft.ru

Юрские отложения Западной Сибири продолжают оставаться одним из перспективных горизонтов с точки зрения запасов нефти. Несмотря на довольно низкие фильтрационно-емкостные свойства, юрские отложения не обладают большой обводненностью в отличие от горизонтов более молодого возраста. Район исследований — Каменная площадь, расположенная в юго-западной части Западной Сибири, в пределах Красноленинского свода. Объектом исследования являются среднеюрские отложения тюменской свиты (байосский и батский ярусы). В исследуемом районе породы тюменской свиты залегают непосредственно на породах фундамента и перекрываются отложениями аблакской свиты.

Строение и условия формирования юрских отложений Западной Сибири рассмотрены в работах многих исследователей: Конторовича А.Э. (Конторович и др., 2013), Вакуленко Л.Г. (Вакуленко и др., 2009), Алексеева В.П. (Алексеев и др., 2007), Белоусова С.Л. (Белоусов и др., 2014) и др. Большинство из них пришли к выводу, что накопление тюменской свиты происходило в континентальной и переходной обстановках, на фоне расширения площадей аккумуляции осадков за счет сокращения внутренних областей денудации в результате их разрушения и тектонического погружения. Сложное строение горизонта, связанное, прежде всего, с преимущественно континентальным осадконакоплением, создает проблемы для поиска скоплений углеводородов, решить которые можно с помощью детального изучения вещественного состава отложений и построения литолого-фациальных карт.

Мощность тюменской свиты на Каменной площади изменяется от 0 до 180 м, зоны максимальных толщин наблюдаются в участках прогибов, сокращение разреза фиксируется в центральной части района, при приближении к выступам фундамента (рис. 1а).

Седиментологический анализ керн проводился по 24 скважинам, суммарный вынос керн составил 1457 м; кроме того были проанализированы результаты лабораторных исследований керн: петрографического описания шлифов; рентгеноструктурного анализа общего и глинистой составляющей; определения карбонатности и фильтрационно-емкостных свойств пород.

На основании изучения литологического состава пород, текстурных особенностей и изучения ихнофоссилий установлено, что среднеюрские отложения в пределах исследуемого района формировались в континентальных и переходных обстановках, в условиях аллювиальной равнины, постепенно затопляемой с начала батского века (пласты ЮК2–ЮК4) на фоне развития региональной трансгрессии на всей территории Западной Сибири, хотя кратковременные периоды морских ингрессий фиксируются до отложений пласта ЮК5 включительно. Так, низы разреза представлены отложениями подножия гор, речных каналов, пойм и озер, выше по разрезу они сменяются сначала приливно-отливными отмелями, маршами и рассекающими их речными руслами, и далее переходят в заливно-лагунное побережье.

В пределах Красноленинского свода юрские осадочные образования с резким стратиграфическим несогласием перекрывают доюрское кристаллическое основание, что отчетливо определяется по данным керн (см. рис. 1б) и ГИС. Вскрытые отложения фундамента в пределах исследуемого района представлены чаще всего слюдинокварцевыми сланцами, реже метаосадочными породами и вулканическими туфами. В процессе выветривания и разрушения данные породы являлись основными поставщиками терригенного материала, из которого сформированы отложения так называемого базального горизонта (пласт БГ). К началу формирования толщи среднеюрских отложе-

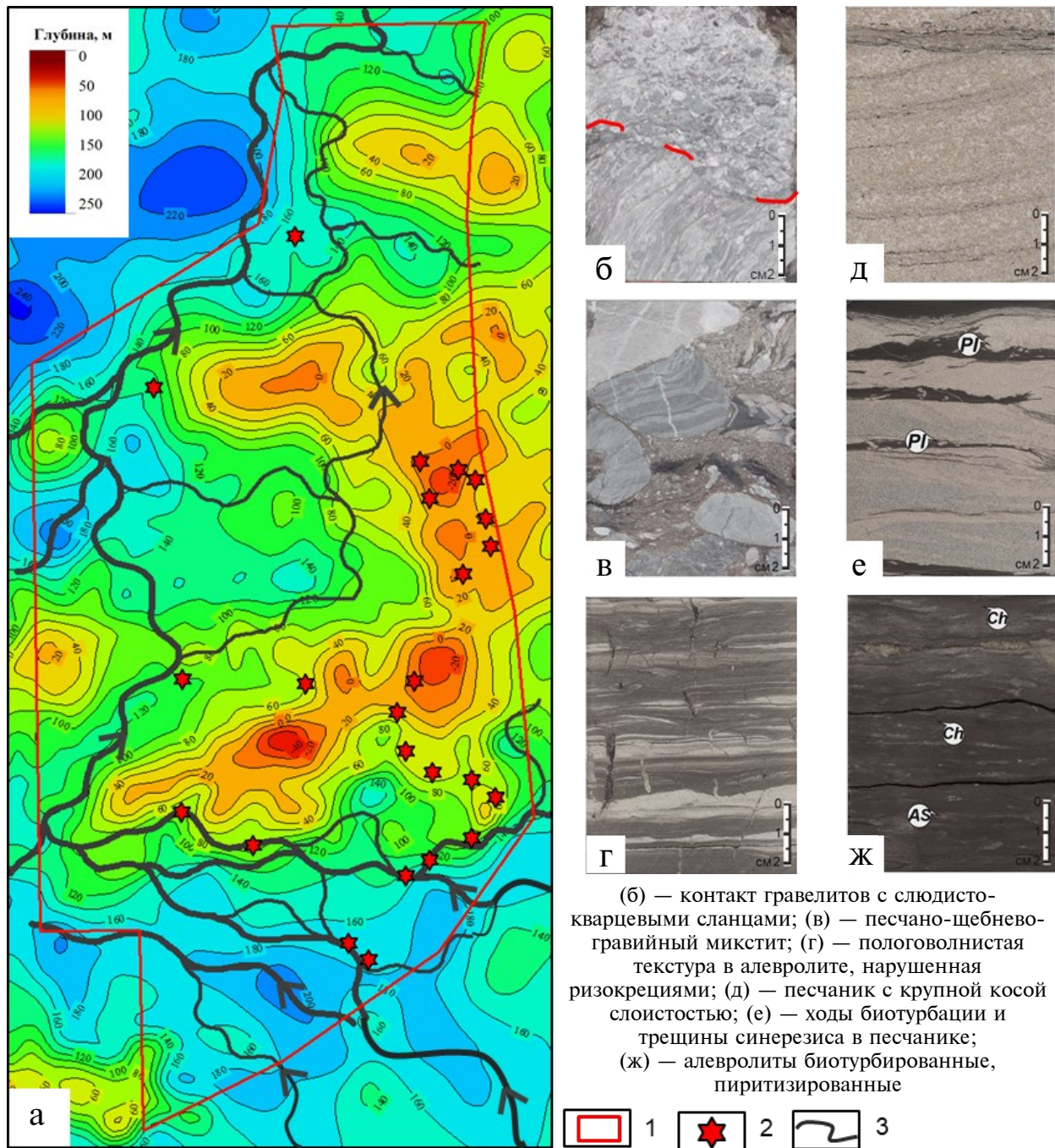


Рис. 1. Карта суммарных толщин юрских отложений, основные направления палеоводотоков и структурно-текстурные особенности различных фациальных групп:

ний территория Каменной площади представляла собой денудационно-аккумулятивную горную возвышенность с расчлененным рельефом. Отложения базального горизонта формировались на пологих склонах предгорных равнин, образуя аллювиальные конуса выноса. Базальный горизонт не имеет четко выраженного возраста, «скользит» во временном интервале осадконакопления всех среднеюрских пластов, формируясь по мере разрушения выступов фундамента. Осадки представлены грубообломочными плохосор-

тированными щебнево-дресвяными породами, гравелитами, песчаниками разнозернистыми и алевролитами (см. рис. 1в). По минеральному составу отложения преимущественно кварцевые, обломочная часть пород представлена кварцитами, микрокварцитами, кварцевыми микросланцами. Основным источником сноса служили местные выступы фундамента, сложенные породами аналогичного состава. В разрезе наблюдается утонение вверх последовательности отложений, вызванное сглаживанием рельефа тектониче-

ского уступа в условиях пассивного тектонического режима территории.

Во время формирования пластов ЮК7–ЮК9 на большей части территории все еще происходили денудационные процессы. Отложения накапливались в межгорных впадинах, в пределах предгорных аллювиальных равнин с обширными озерными водоемами, которые в условиях гумидного климата часто заболачивались. Речные русла небольших размеров существовали в основном только за счет выноса песчаного материала с местных возвышенностей временными паводковыми водотоками. В результате в верхней части образовавшихся пластов увеличивалось содержание алеврито-глинистых и углистых отложений озерно-пойменного и болотного комплекса фаций. Текстуры в породах преимущественно горизонтальные, пологоволнистые, часто нарушенные прорастанием корневой системы растений (см. **рис. 1г**).

Дальнейшее разрушение горных возвышенностей и пенеппенезация рельефа привели к появлению на исследуемой территории аллювиальных систем меандрирующего типа (пласты ЮК3–ЮК6). С помощью фациального анализа керн, интерпретации данных каротажа и привлечения сейсмической информации (восстановление палеорельефа, срезов спектральной декомпозиции и сейсмических атрибутов) удалось восстановить гидрографическую сеть, проследить во времени изменение положение и размеров речных русел (см. **рис. 1А**). В пределах Каменной площади в разрезе тюменской свиты прослеживается постепенное перемещение русловых поясов меандрирования по латерали с южных областей в сторону центрального выступа фундамента, что связано с постепенным погружением территории, заполнением депрессий и выравниванием рельефа, вовлечением все более широких площадей в седиментационные процессы. В пределах Каменной площади реконструированы три основные русловые долины. Две из них находились в южной части площади, где реки протекали с юга и востока вдоль выступов фундамента, сливаясь в единое русло. Третья долина фиксируется вдоль западной границы исследуемой площади и характеризуется северным направлением течения реки (см. **рис. 1а**). Мощность русловых тел от 1,5 до 7 м, при вертикальном наложении нескольких циклов – 25 м. Установлено, что площадь русловых систем за весь период накопления тюменской свиты достигла максимума при формировании пластов ЮК5 и ЮК4. Русловые отложения сложены песчаниками средне-мелкозернистыми однородными и косослоистыми (см. **рис. 1д**). В основании каждого

русла отмечается эрозионный контакт, который может быть подчеркнут обломками внутриформационного размыва и фрагментами древесины. Вверх по разрезу наблюдается циклическая последовательность с постепенным утонением гранулометрического состава пород. Рассчитанные по различным методикам (Bridge, 2003; Tye, 2013) пояса меандрирования оказались сопоставимы с имеющимися сейсмическими срезами, предполагается что они имели размеры от 400 м до 4,5 км.

По минералогическому составу песчаники пластов ЮК3–ЮК6 относятся к полевошпатово-кварцевым грауваккам, только единичные образцы попадают в поле кварцевых пород. Песчаники характеризуются смешанным составом с преобладанием кварца и различных обломков пород, содержание полевых шпатов изменяется от 5 до 30%, слюды 1–10%.

Отложения пластов ЮК3–ЮК2 (частично ЮК4–ЮК5) формировались в переходных обстановках (приливно-отливные отмели и каналы). В верхней части тюменской свиты (пласт ЮК2) выделяются отложения заливов и подводных частей заливовых дельт, баров и кос. Анализ каротажных диаграммам и керновых данных позволяет предположить развитие большого количества отложений озерно-болотного генезиса. Подтапливание и заболачивание южных территорий Западной Сибири в конце батского времени связано с увеличением и расширением морской седиментации среднеюрских отложений в центральных её районах. Для пород характерна темно-серая и зеленовато-серая окраска, ритмичная бимодальная линзовидная или волнистая слоистость, трещины синерезиса, сдвоенные углисто-глинистые слойки, разнонаправленная косая слоистость, присутствие следов биотурбации (см. **рис. 1е**). Биотурбационные текстуры в породах характеризуются низким разнообразием (*Planolites*, *Cylindrichnus*, *Lingulichnus*), что указывает на солонатоводные условия среды с неустойчивым солевым режимом (Knaust, Bromley, 2012), что также подтверждают находки фораминифер *Trochammina* sp. indet.

В пределах пласта ЮК2 отложения приливо-отливной отмели вверх по разрезу сменяются отложениями заливов. На сравнительно небольшую мощность пласта (около 10 м) затопление и осушение территории происходило до 3–4 раз, что подтверждается периодическим появлением корней наземной растительности в керне. Это вносит определенные сложности в прогнозирование геометрии фациальных тел. Отложения залива отличаются большим проявлением мористо-

сти, это прежде всего увеличение разнообразия следов биотурбации, неравномерная сидеритизация и пиритизация (см. рис. 1ж). Песчаные отложения залива представляют собой небольшие по мощности отложения субдельты выносящихся с побережья речных потоков, которые впоследствии разносились морскими течениями и волнами. Предполагается аккумуляция песчаного материала вдоль выступов фундамента, а также в виде песчаных кос и вдольбереговых баров, сформированных волновой активностью и морскими течениями.

Выше кровли тюменской свиты залегают интенсивно биотурбированные песчаники и алевриты пахомовской пачки, относящиеся уже к абалакской свите, формирование которых происходило в прибрежно-морских условиях. Отложения пахомовской пачки (пласт ЮК2-0) представлены песчаниками и алевритами интенсивно биотурбированными, отмечаются зерна глауконита, ростры белемнитов, остатки фауны. Вдоль выступов фундамента происходит огрубление состава песчаников, и может увеличиваться мощность до 20 м (вогулкинский тип разреза).

Литература

- Алексеев В.П., Федоров Ю.Н., Маслов А.В. и др. Состав и генезис отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь). Екатеринбург: УГГУ, 2007. 209 с.
- Белоусов С.Л., Хурамышина О.А., Шабаква С.В., Чернова Е.В. Палеофациальный анализ отложений тюменской свиты Красноленинского месторождения // Вестник ОАО «НК «Роснефть». 2014. Вып. 36. № 3. С. 8–12.
- Вакуленко Л.Г., Ян П.А. Седиментогенез нефтегазоносности горизонта Ю2 и его значение при поисках и разведке залежей углеводородов// Седиментология в нефтяной геологии: Сборник научных статей под ред. В.Б. Белозеров. Томск, изд-во ЦППС НД. ТПУ. 2009. С. 88–97.
- Конторович А.Э., Конторович В.А., Рыжкова С.В. и др. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. № 8. С. 972–1012.
- Bridge J.S. River and floodplains: form, processes and sedimentary record. Blackwell Publishing company, 2003. P. 487.
- Knaust D., Bromley, R.G. Trace Fossils as Indicators of Sedimentary Environments // Developments in Sedimentology, 2012. V. 64. 923 pp.
- Tye R.S. Quantitatively modeling alluvial strata for reservoir development with examples from Krasnoleninskoe field, Russia // Journal of Coastal research, special issue. 2013. V. 69. P. 129–152.

Sedimentation model of the Tyumen formation accumulation in the areas of its wedging towards the elevations of the basement

Velikikh A.V., Novak A.V., Fedorenko E.K.

LLC “Tyumen Oil Research Center”, Tyumen, Russia; e-mail: avvelikikh2@tnnc.rosneft.ru, avnovak@tnnc.rosneft.ru, ekfedorenko@tnnc.rosneft.ru

The paper describes the results of the depositional environments analysis for the Tyumen formation within the Kamennaya Area of the Krasnoleninsky Arch in Western Siberia. Methods of sedimentological core analysis, well logging curves and seismic survey results were applied. The accumulation of the Tyumen formation (UK2–UK9 reservoir) started in the most submerged areas of the paleorelief (intermountain depressions), following by the expansion of the accumulation area and gradual filling of the entire area with sediments. Our study involved the analysis of lithological composition of rocks, their textural features and ichnofossils. It was found that the Middle Jurassic deposits within the area were accumulating in continental and transitional environments (on the alluvial plains), gradually flooded with the beginning of the Bathonian (UK2–UK4 reservoir), when the regional transgression throughout Western Siberia began. However, short-term marine incursions can be traced up to and including the UK5 reservoir.