



## Стратиграфия, литология, нефтегазогенерационный потенциал и состав пластовых флюидов среднеюрских отложений восточной части Енисей-Хатангского регионального прогиба

Болдушевская Л.Н.

ООО «ОН-КрасноярскНИПИнефть», г. Красноярск; [BoldushevskayaLN@knipi.rosneft.ru](mailto:BoldushevskayaLN@knipi.rosneft.ru)

Енисей-Хатангский региональный прогиб (ЕХРП) относится к системе мезозойских прогибов, отделяющих Сибирскую платформу от Таймырской и Верхоянской складчатых систем (Конторович и др., 1994). Восточная часть ЕХРП характеризуется недостаточной изученностью. Характеристика среднеюрских отложений приводится по данным скважин, пробуренных в Рассохинском, Балахнинском, Джангодском, Новом поднятиях.

Разрез среднеюрских отложений восточной части ЕХРП включает лайдинскую, вымскую, леонтьевскую, малышевскую свиты; верхняя часть среднеюрских отложений частично входит в состав гольчихинской свиты (Шурыгин и др., 2000; Никитенко и др., 2009).

Лайдинская свита ( $J_2ld$ ) согласно залегает на нижнеюрских отложениях и сложена аргиллитами и аргиллитоподобными глинами, а также подчиненными алевролитами и песчаниками. В целом для лайдинской свиты характерен полосчатый облик за счет тонкого переслаивания темно-серых аргиллитов и более светлых прослоев алевролитов. По всему разрезу свиты наблюдаются конкреции сидерита и пирита, растительные остатки и обломки обугленной древесины, многочисленны плевромии и другие мелкие двустворки. Принадлежность лайдинской свиты к аалену установлена по находкам фораминифер *Ammodiscus asper* Terq., *A. pseudo-infimus* Gerke et Sossip., *Saccamina ampulacea* Schl., редких двустворок и литологического сходства с нижней подсвитой арангастахской свиты в опорном разрезе на западном берегу Анабарской губы (Никитенко и др., 2009). Мощность свиты в разрезах скважин на Владимирском поднятии 84–85 м, на Кубалахском участке (скв. Кбл-1) – 49 м.

Вымская свита ( $J_2vm$ ) сложена пре-

имущественно песчаниками, переслаиваемыми с аргиллитами и алевролитами. Позднеааленский-раннебайосский возраст вымской свиты надежно установлен по фораминиферам *Ammodiscus arangastachiensis* Nikitenko, *Saccamina ampulacea* Schl., остракодам *Camptocythere nordvikensis* Scharap., по сопоставлению с верхней подсвитой арангастахской свиты в опорном разрезе на западном берегу Анабарской губы (Никитенко и др., 2009). Из нижней части свиты на Тундровой площади был определен позднеааленский комплекс фораминифер, из верхней половины – раннебайосский. Мощность свиты в разрезах скважин на Владимирском поднятии 137–145 м, на Кубалахском участке 81–92 м.

Леонтьевская свита ( $J_2ln$ ) сложена преимущественно очень изменчивыми по составу глинисто-алевритовыми породами. Песчаники немногочисленны и образуют линзовидные прослои до 12 м мощностью в верхней части свиты. Указания на принадлежность леонтьевской свиты к байосскому ярусу дают находки в верхней ее части двустворок *Meleagrinnella decussata* (Goldf.) на Малохетском поднятии и байосский комплекс фораминифер с *Trochammina praesquamata* Mjatl., *Geinitzinita crassata* Gerke, *Marginulinopsis pseudoclarata* Gerke et Schar. на ряде площадей (Шурыгин и др., 2000). Кроме того, леонтьевская свита по литологическому составу хорошо сопоставляется с нижней подсвитой юронтгумусской свиты в опорном разрезе на западном берегу Анабарской губы, возраст которой как байосский определен по аммоноидеям, белемнитам и двустворкам. Мощность свиты в разрезах скважин на Балахнинском поднятии 96–124 м, в скважинах Кубалахской площади – 134–380 м. В скважинах Владимирского поднятия свита отсутствует.

Малышевская свита ( $J_2m1$ ) сложена преимущественно алевролитами и глинистыми алевролитами, с подчиненными прослоями аргиллитов, более многочисленными в верхах свиты, и песчаников, а также с мало мощными прослоями углей. С размывом перекрыта нижнемеловыми осадками. Фаунистические остатки, найденные в свите, в разрезе скв. 1-Р (Рассохинская) – аммонит *Cranoccephalites* (?) sp. juv., двустворки *Malletia valga* Schur., *Meleagrinnella* cf. *ovalis* (Phill.), *Tancredia subtilis* Lah., *Retroceramus* sp.; Ф. *Saccamina compacta* Gerke, *Ammodiscus arangastachiensis* Nikit., *Recurvoides anabarensis* Basso et Sok., *Ryadchella sibirica* Mjatl. и др., а также обедненный комплекс фораминифер свидетельствуют о байос-батском возрасте свиты, что подтверждается комплексом мiosпор (Никитенко и др., 2009). Мощность свиты изменяется в широких пределах и в разрезах скважин на Балахнинском поднятии достигает 799–1088 м, на Кубалахском – 325–732 м. На Владимирском поднятии малышевская свита отсутствуют.

Средний отдел юры – нижний отдел мела  $J_2-K_1$ , гольчихинская свита ( $J_2-K_1gl$ ). Свита вскрыта глубокими скважинами, в частности, в восточной части ЕХРП (Кубалахский вал, Балахнинская площадь). Свита залегает на нижележащих отложениях согласно. Нижняя граница свиты проводится по смене песчано-алевритовых пород алевроглинистыми. По литологическим особенностям в разрезе свиты выделяются две подсвиты: нижняя и верхняя. Нижняя подсвита сложена преимущественно алевролитами от серого до темно-серого цвета, мелкозернистыми, в различной степени глинистыми, слоистыми с прослоями черных аргиллитов. Мощность нижней подсвиты 166–250 м. Верхняя подсвита сложена аргиллитами темно-серыми до черных, слоистыми с прослоями алевролитов темно-серых, тонкозернистых, глинистых. Мощность верхней подсвиты 178–658 м. Мощность гольчихинской свиты в восточной части ЕХРП на Балахнинской, Новой, Массоновской, Логатской, Кубалахской площадях варьирует от 57 (скв. Блх 3) до 798 м (скв. ЗК6-357). На Владимирском поднятии отложения гольчихинской свиты отсутствуют. Нужно отметить, что отложения гольчихинской свиты изучены в основном на поднятиях, в Дудыптинско-Жданихинском прогибе в скв. Массоновская 363 изучена только верхняя часть свиты. По данным сейсморазведочных работ последних лет в склоновых частях поднятий выделяются литолого-стратиграфические ловушки в зонах выклинивания верхнеюрских пластов, как новый объект изучения.

В составе среднеюрского НГК выделяются два региональных резервуара – вымский и малышевский.

*Вымский резервуар* представлен проницаемыми отложениями вымской свиты, согласно перекрывающий лайдинскую свиту и глинисто-алевритовыми отложениями леонтьевской свиты, выполняющей роль флюидоупора.

Проницаемые породы свиты сложены мелко-среднезернистыми песчаниками, ФЕС которых с глубиной ухудшаются. Так, при глубине около 1600 м (Балахнинская скв. 2) открытая пористость коллекторов достигает 22%, а проницаемость –  $34 \times 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> –  $49 \times 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>. На глубинах 3500 м и более емкостные свойства снижаются до 12–14%, при ухудшении фильтрационных до  $1-2 \times 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>.

В вымской свите открыто одно газовое месторождение на Балахнинской площади. Балахнинское газовое месторождение открыто в 1975 г. и приурочено к одноименной локальной структуре, осложняющей Балахнинский мегавал. В среднеюрских отложениях эта структура представляет собой антиклиналь блокового строения северо-восточного простирания, размерами 150 x 20 км, амплитудой 800 м. В породах вымского горизонта обнаружены залежи пласта ВМ-I в трёх блоках антиклинали. Каждая залежь пласта ВМ-I имеет самостоятельные газодляные контакты. Наиболее изученной является залежь северо-восточного блока. Она приурочена к пласту песчаников в кровле резервуара. Мощность продуктивного пласта в пределах ловушки составляет 37 м. Средние значения открытой пористости песчаных пород составляют 18%, газопроницаемость не превышает  $40 \times 10^{-3}$  м<sup>2</sup>. Дебит газа из залежи составил 50 тыс. м<sup>3</sup>/сут. По составу газ метановый (содержание  $CH_4$  – 97%). По типу ловушки залежь относится к пластовым сводовым, тектонически экранированным.

Незначительные газопроявления были отмечены на Новой, Кубалахской и Восточно-Кубалахской площадях. По результатам обработки материалов ГИС коллектор выделен в скв. Балахнинской, Владимирской, Кубалахской, Логатской площадях. Средняя пористость песчаников по данным ГИС в скв. Кубалахского ЛУ составляет 11,7–22,5%. В составе газа из среднеюрских отложений Балахнинской и Кубалахской площади преобладает метан, сумма  $C_2+$  составляет 2,83–9,6%.

*Малышевский резервуар* представлен проницаемыми отложениями одноименной свиты, которые в западной и центральной частях ЕХРП перекрываются глинистой толщей гольчихинской свиты, а на юге в приборто-

вых частях прогиба – точинской свитой. По данным обработки материалов ГИС по качественным признакам выделяются водоносные и возможно продуктивные пласты небольшой мощности в скв. Логатской 361 на Кубалахском ЛУ. Средняя пористость песчаников – 25,2–27,6%. На Владимирском ЛУ резервуар отсутствует.

В гидрогеологическом отношении изучаемая территория находится в пределах Хатангского криоартезианского бассейна Восточно-Сибирской платформенной гидрогеологической области, севернее проходит граница с Таймыро-Североземельской гидрогеологической складчатой областью. Для гидрогеологической характеристики разреза юрских отложений привлекались данные по химическому составу и физическим свойствам пластовых вод, полученные в результате бурения на Балахнинской, Джангодской, Рассохинской площадях. Водоносные комплексы среднеюрских отложений (точинская, вымская, мальшевская свиты) представлены в основном морскими, прибрежно-морскими, реже континентальными отложениями – песчаниками, алевролитами, аргиллитами с подчиненными пластами и линзами углей. По условиям циркуляции в пределах комплекса распространены пластовые подмерзлотные подземные воды в зоне затрудненного водообмена, и трещинно-жильные горизонты, приуроченные к зонам новейших тектонических нарушений (Гидрогеология СССР, 1972). Среднеюрский водоносный комплекс представлен в основном водами с минерализацией 2,65–15,1 г/л. По классификации В.А. Сулина воды относятся преимущественно к гидрокарбонатно-натриевому гидрохимическому типу. Содержание натрия изменяется в пределах 0,74–5,19 г/л, хлора – 0,4–11,2 г/л, гидрокарбонат-иона – 400–8569 мг/л, сульфатность вод составляет 0,4–3,71%-экв. По данному водоносному комплексу присутствует водорастворенный газ, отобранный в скважинах Балахнинской 2 и Рассохинской 1. Состав пластовых газов продуктивных горизонтов мальшевской и вымской свит на глубинах 1300 – 2300 м метановый, содержание метана в среднем составляет 94,63%, этана – 0,93%, пропана – 0,43%, бутана – 0,68%, азота – 3,54%, углекислого газа – 0,8%, на Рассохинском поднятии содержание ионов гелия составляет 0,012–0,035% мол.

При оценке нефтегазогенерационного потенциала органического вещества (ОВ) юрских отложений использовались данные измерений отражательной способности витри-

нита, результаты пиролиза ОВ на приборе Rock-Eval, данные об элементном составе керогена (Болдушевская и др., 2002). Средневзвешенные содержания органического углерода в среднеюрских отложениях варьируют от 0,92 до 1,55% (по 50 пробам). По данным пиролиза ОВ тип ОВ среднеюрских отложений смешанного типа. Аналитические данные по составу керогена подтверждают преимущественно гетерогенную, смешанную природу ОВ в изученных отложениях, присутствие в них как компонентов, связанных с высшей наземной растительностью, лигнином, так и компонентов, связанных с полимерлипидными комплексами, имеющими своим источником планктоно- и бактериогенное органическое вещество. Судя по изотопному и элементному составу керогена, среди них нет образцов, содержащих только типично аквагенное ОВ (тип II) свойственное баженовской свите. На это указывает обедненность керогена водородом в большинстве проб и обогащенность изотопом  $\delta^{13}\text{C}$ . (Ким, 2012).

Выполненные реконструкции истории формирования структурного плана и катагенеза ОВ (Болдушевская и др., 2002) показали, что среднеюрские отложения на Балахнинском валу и склоновых частях поднятий находятся в главной зоне нефтеобразования (нефтяном окне) и наряду с верхнеюрскими отложениями в прогибах на момент максимального погружения, могли генерировать УВ по аналогии с северо-восточной частью Западно-Сибирской плиты (околованкорский регион), где по геохимическим данным четко выделяется два разных источника УВ в среднеюрских и верхнеюрских нефтематеринских толщах (Филипцов и др., 2006; Гончаров и др., 2006). На момент максимального погружения в конце мела – палеогене нижне- и среднеюрские отложения находятся в зоне генерации газовых и газоконденсатных углеводородов в пределах наиболее погруженных структур – Боганидского, Жданихинского, Пайтурминского, Агапского прогибов.

Таким образом, по имеющейся информации среднеюрские отложения обладают благоприятным строением, удовлетворительными фильтрационно-емкостными свойствами, собственным нефтегазогенерационным потенциалом, благоприятными условиями для его реализации и формирования смешанных нефтегазовых залежей. Территория восточной части ЕХРП требует дальнейшего изучения глубоким бурением, в том числе в склоновых частях поднятий.

### Литература

- Болдушевская Л.Н., Филиппов Ю.А., Кригин В.А., Фомин А.Н. Перспективы нефтегазоносности юрско-меловых отложений Енисей-Хатангского регионального прогиба и северо-востока Западно-Сибирской плиты по геохимическим данным // Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геоэкология. СПб: ВНИИОкеангеология, 2002. С. 364–371.
- Гидрогеология СССР. Т. XVIII. Красноярский край и Тувинская АССР. М.: «Недра», 1972. 479 с.
- Гончаров И.В., Обласов Н.В., Самойленко В.В., Носова С.В. Угlistое органическое вещество нижней и средней юры Западной Сибири и его роль в формировании углеводородных скоплений // Нефтяное хозяйство. 2006. № 8. С. 19–23.
- Ким Н.С. Нефтепроизводящие толщи в юрских отложениях восточной части Енисей-Хатангского регионального прогиба // ИНТЕРЭКСПО Геосибирь: VIII Международная конференция «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых» (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). Т. 1. Новосибирск, 2012. С. 173–176.
- Никитенко Б.Л. Стратиграфия, палеобиогеография и биофауны юры Сибири по микрофауне (фораминиферы и остракоды). Новосибирск: Параллель, 2009. 680 с.
- Конторович А.Э., Старосельцев В.С., Сурков В.С. и др. Енисей-Хатангский бассейн // Нефтегазовые бассейны и регионы Сибири. Вып. 3. Новосибирск, 1994. 91 с.
- Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятков В.П., Ильина В.И., Меледина С.В., Гайдебурова Е.А., Дзюба О.С., Казаков А.М., Могучева Н.К.. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2000. 480 с.
- Филиппов Ю.А., Давыдова И.В., Болдушевская Л.Н., Данилова В.П., Костырева Е.А., Фомин А.Н. Взаимосвязь материнских пород и нефтей в мезозойских отложениях северо-востока Западно-Сибирской плиты на основе изучения углеводородов-биомаркеров и катагенеза органического вещества // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2006. № 5–6. С. 52–57.

## **Stratigraphy, lithology, oil and gas potential and composition of reservoir fluids of the Middle Jurassic deposits of the eastern part of the Yenisei-Khatanga regional trough**

Boldushevskaya L.N.

“RN-KrasnoyarskNIPIneft” LLC, Krasnoyarsk; [BoldushevskayaLN@knipi.rosneft.ru](mailto:BoldushevskayaLN@knipi.rosneft.ru)

The characteristic of the oil and gas prospective Middle Jurassic deposits of the eastern part of the Yenisei-Khatanga regional deflection according to well drilling data, data from organic geochemistry, and paleotectonic reconstructions is provided. Middle Jurassic deposits have a favorable structure, satisfactory filtration and reservoir properties, their own oil and gas generation potential, favorable conditions for its implementation and the formation of mixed oil and gas deposits.