

ПЕРИОДИЗАЦИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ АНАБАРО-ХАТАНГСКОЙ, ЛЕНО-АНАБАРСКОЙ И ЛАПТЕВСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Яна Владиславовна Садыкова

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории, тел. (383)363-80-44, e-mail: SadykovaYV@ipgg.sbras.ru

Приводятся результаты изучения гидрогеологической истории северо-восточных районов Сибирской платформы. Выделено восемь гидрогеологических циклов (рифейско-эдиакарский, немакит-далдынско-пражский, эмско-казанский, уржумско-раннеоленекский, позднеоленекско-рэтский, геттангско-датский, зеландско-пьяченцкий и плейстоцен-голоценовый), подразделяющихся на инфильтрационные и элизионные этапы. Дана краткая характеристика палеогеографических обстановок, палеосреды и гидродинамического режима бассейна.

Ключевые слова: периодизация гидрогеологической истории, элизионный и инфильтрационный этапы, гидрогеологические циклы, северо-восточная часть Сибирской платформы.

THE PERIODIZATION OF HYDROGEOLOGICAL HISTORY OF ANABAR-KHATANGA, LENA-ANABAR AND LAPTEV OIL AND GAS AREAS

Yana V. Sadykova

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptuyug Prospect, Ph. D., Senior Research Scientist, tel. (383)363-80-44, e-mail: SadykovaYV@ipgg.sbras.ru

The results of hydrogeological history analysis of Siberian platform northeastern part are done. The eight hydrogeological cycles were allocated: Riphean-Ediacaran, Upper Vendian-Pragian, Emsian-Roadian, Wordian-Lower Olenekian, Upper Olenekian -Rhaetian, Hettangian-Danian, Selandian-Piacenzian and Pleistocene-Holocene. All cycles were separated up into infiltration and elision stages. The summary description of paleogeography, paleoenvironment and hydrodynamic regime are presented.

Key words: periodization of hydrogeological history, infiltration and elision stages, hydrogeological cycles, northeastern part of Siberian platform.

При палеогидрогеологических исследованиях нефтегазоносных бассейнов важное место занимает периодизация гидрогеологической истории, заключающаяся в выделении гидрогеологических циклов и этапов. Составление схемы периодизации позволяет оценить особенности гидрогеологического режима в различные эпохи и выбрать наиболее интересные объекты для детальных палеогидрогеологических построений.

Регион исследования расположен на севере-востоке Сибирской платформы (Красноярский край и Республика Саха (Якутия)), а объектом был выбран палеозойско-кайнозойский осадочный чехол, покрывающий архейско-раннепротерозойский дислоцированный фундамент. В течение эволюции осадочного бассейна многократно чередовались периоды морских трансгрессий и регрес-

сий, что отразилось и на гидрогеологической истории – в смене инфильтрационного и элизионного водообменов.

Анабаро-Хатангская, Лено-Анабарская и Лаптевская НГО развивались совместно практически на протяжении всей эволюции осадочного бассейна, за исключением пермско-триасового времени. Анализ истории развития Анабаро-Хатангской НГО позволил выделить 8 гидрогеологических циклов, которые начинались с элизионного и заканчивались инфильтрационным гидрогеологическим этапом образования пластовых вод. Снизу вверх по разрезу выделяются рифейско-эдиакарский, немакит-далдынско-пражский, эмско-казанский, уржумско-раннеоленинградский, позднеоленинградско-рэтский, геттангско-датский, зеландско-пьяченцкий и плейстоцен-голоценовый. В Лено-Анабарской и Лаптевской НГО обособляется также восемь гидрогеологических циклов, но вместо эмско-казанского, уржумско-раннеоленинградского, позднеоленинградско-рэтского выделяются, соответственно, эмско-гжельский, ассельско-карнийский, норийско-рэтский.

Гидрогеологическая история региона начинается с архея и нижнего протерозоя, когда земная поверхность была представлена магматическими породами фундамента, приподнятыми и выравненными денудационными процессами [1]. Довольно интенсивно происходили процессы размыва, переноса и аккумуляции осадков. На возвышенных участках под воздействием экзогенных процессов возникли мощные коры выветривания, что объясняется существованием высоких температур, большого количества влаги и свободного кислорода в атмосфере. Можно предположить проникновение на значительную глубину пресных инфильтрованных вод метеогенного происхождения с минерализацией до $0,5 \text{ г/дм}^3$ и преобладанием в составе ионов HCO_3^- и Ca^{2+} .

В конце раннего рифея произошло погружение территории и трансгрессия морского бассейна. Это ознаменовало начало рифейско-эдиакарского гидрогеологического цикла в регионе, который практически полностью оказался затоплен мелким морем со смешанной глинисто-карбонатной седиментацией, которое углублялось в северо-западном направлении. Климат был аридный, о чем свидетельствуют красноцветные осадки, происходило бурное развитие органического мира. В образовавшихся ранее осадочных породах началось накопление седиментогенных вод [1].

В начале венда произошла повторная трансгрессия моря, на что указывает размыв и угловое несогласное залегание вендских пород на рифейских. Большое количество гипсов на юго-западном склоне Анабарского массива позволяет предположить застойный гидродинамический режим в юго-восточной части территории: существование закрытого моря или залива внутреннего шельфа с аномальной соленостью. Предполагается, что из-за аридного климата могла резко возрасти соленость морских вод до 38 г/дм^3 , а в обстановках лагун и закрытых морей могла достигать $60\text{--}70 \text{ г/дм}^3$. На юге региона обособлялась область континентального осадконакопления, представленная холмистой и низменной равнинами, где преобладали процессы инфильтрации атмосферных вод.

Новая волна трансгрессии в немакит-далдынское время ознаменовала начало нового гидрогеологического цикла. В течение всего кембрия в регионе существовал морской режим осадконакопления [1]. В акватории окраинных морей располагались многочисленные острова, которые окаймлялись низменными побережьями с большим числом лагун и дельт рек. Соленость морских вод в лагунах и окраинных морях периодически повышалась в результате отделения их от открытого моря и способствовала накоплению мощных толщ каменных и калийных солей, гипсов и ангидритов.

В начале ордовика на большей части территории образовалась периодически осушаемая прибрежно-морская равнина, где накапливались инфильтрационные воды и протекали процессы испарения морских вод, поступающих во время ингрессий [1]. В северной части Анабаро-Хатангской НГО находились прибрежная зона и мелкая часть шельфа, где захоранивались талассогенные воды с минерализацией 36–37 г/дм³ хлоридного натриевого состава.

В силурийское время рассматриваемый регион был представлен низменной и холмистой равнинами [6]. На приподнятой поверхности активно протекали процессы эрозии, которые способствовали накоплению пресных инфильтрационных вод атмосферного генезиса с минерализацией до 0,5 г/дм³ преимущественно гидрокарбонатного кальциевого состава.

К началу девонского периода начавшаяся в позднем силуре регрессия достигла своего максимума. В южной и западной частях региона господствовало континентальное осадконакопление, преобладали обстановки холмистой и низменной равнины, где активно протекали процессы эрозии [6]. Анабарская равнина являлась основным источником сноса, и на ней по-прежнему накапливались пресные инфильтрационные воды с минерализацией до 2 г/дм³. Анабаро-Хатангская НГО была представлена обширной низменной равниной, периодически затапливаемой морем [2]. В ее пределах существовал замкнутый или полужамкнутый внутришельфовый бассейн (до фамена), в котором господствовал затрудненный водообмен, вследствие чего его заполняли воды повышенной солености, достигающей 50 г/дм³, хлоридного натриевого и хлоридного магниевого состава.

В эмском веке произошла мощная трансгрессия. В северо-восточной части региона располагался мелководный бассейн, в котором отлагались карбонатно-глинистые осадки и были распространены соленые талассогенные воды с минерализацией 34–35 г/дм³. В пределах Анабаро-Хатангской НГО происходило интенсивное соленакопление, здесь располагался закрытый шельф, который при потере связи с морем превращался в лагуну, где существовала рассольная рапа с минерализацией, достигающей до 330 г/дм³ в стадии садки галита. Аналогичные обстановки существовали в регионе до конца девонского периода [2].

Турнейский век каменноугольной эпохи характеризовался обширной трансгрессией. Ее максимум приходился на вторую половину века. Мелководное море занимало большую часть описываемой территории. Совместно с богатыми фауной известковистыми илами здесь захоранивались соленые талассогенные воды с минерализацией 35–37 г/дм³ хлоридного натриевого и хлоридно-

го магниевого состава. На юго-западе региона и в пределах Анабаро-Хатангской НГО в условиях мелкого шельфа образовывались органогенные известняки. А на севере территории формировались относительно более глубоководные отложения, вместе с которыми отлагались соленые талассогенные воды с минерализацией 34–35 г/дм³. В пределах Лено-Анабарской НГО располагалась аллювиальная равнина, где были распространены пресные инфильтрационные метеогенные воды с минерализацией до 2 г/дм³. В этой части региона начался инфильтрационный этап развития бассейна.

В начале башкирского века морской бассейн подвергся сильной регрессии, значительно сократилась площадь распространения мелководно-морских отложений и, соответственно, увеличилась площадь, занимаемая сушей на юге региона. Регрессия продолжалась до конца периода. На Анабарской равнине господствовали аллювиально-озерные обстановки, которые по направлению к берегу сменялись низменными аккумулятивными и прибрежными равнинами [2]. Выведенные на дневную поверхность морские отложения в пределах прибрежно-морской равнины подверглись разрушению. Здесь захоранивались солончатые до соленых воды с минерализацией от 5 до 34 г/дм³ гидрокарбонатного кальциевого и хлоридного натриевого состава. В это время начался инфильтрационный этап развития на Анабаро-Хатангской НГО.

В начале пермского периода произошла трансгрессия морского бассейна. Лено-Анабарская и Лаптевская НГО оказались частично затоплены мелким морем, начался новый гидрогеологический цикл – ассельско-карнийский. Очертания континентальных областей практически не изменились. Незначительно уменьшилась площадь распространения аллювиально-озерных отложений, в пределах которых захоранивались инфильтрационные пресные и солончатые воды с минерализацией от 0,5 до 5 г/дм³ преимущественно гидрокарбонатного кальциевого состава. Северная окраина континента в это время медленно погружалась, вследствие чего сформировалась озерно-болотистая равнина, в пределах которой накапливались осадки, богатые органическим веществом. Аллювиально-озерно-болотную равнину оконтуривала прибрежно-морская равнина. Трансгрессия усиливалась до конца ранней перми, и площадь мелководного бассейна увеличилась в северной части региона, но частая смена кратковременных трансгрессий и регрессий в это время сказались на опресненном характере водоема [5]. В среднепермское время произошла регрессия, существенно увеличилась площадь периодически затопляемой равнины, образовалась Хатангская низменность, охватывающая всю центральную часть региона.

В начале уржумского века Хатангская низменность оказалась частично затоплена мелким морем вследствие начавшейся трансгрессии, что дало начало новому циклу – уржумско-раннеоленинскому в Анабаро-Хатангской НГО, на юге региона по-прежнему преобладали континентальные условия осадконакопления [2]. В конце позднепермской эпохи началась регрессия моря, которая продолжилась в начале триасового периода.

В индском веке на большей части Анабаро-Хатангской НГО существовали континентальные обстановки осадконакопления и преобладали процессы ин-

фильтрации атмосферных вод. В пределах Лено-Анабарской и Лаптевской НГО образовался закрытый залив типа лагуны с застойным гидродинамическим режимом, унаследованный от пермского бассейна. В конце индского – начале оленекского веков произошла трансгрессия моря, которое продвигалось вглубь континента, затапливая наиболее погруженную часть территории – Хатангский залив. В пределах исследуемого региона установились нормальные морские условия [3].

В конце триасового периода началась регрессия, в рэтском веке на всей территории исследования установился континентальный режим осадконакопления и повсеместно протекал инфильтрационный этап развития бассейна. Суша представляла собой обширную аллювиально-озерную равнину, обрамленную Хатангской низменной аккумулятивной равниной с северной стороны [3]. В Нордвикском районе располагался внутриконтинентальный опресненный бассейн. В это время на территории исследования вместе с аллювиальными отложениями захоранивались пресные и солоноватые воды с минерализацией 0,5–5 г/дм³ гидрокарбонатного кальциевого состава.

В геттанге и синемюре начало трансгрессии привело к образованию мелководного Ленского пролива восточной части территории исследования [3]. Вместе с мелководно-морскими осадкам здесь начали захораниваться воды с минерализацией до 35 г/дм³ преимущественно хлоридного натриевого состава. Мелководно-морской бассейн был обрамлен с севера и юга денудационной равниной и аллювиальной равнинами. В пределах возвышенных частей рельефа проникали пресные метеогенные воды с минерализацией до 0,5 г/дм³ гидрокарбонатного кальциевого состава, а в пределах аллювиальной равнины соленость достигала 2 г/дм³. В это время начался элизионный этап геттангско-датского цикла в Лено-Анабарской и Анабаро-Хатангская НГО.

В плинсбахское время трансгрессия получила дальнейшее развитие: море затапливало наиболее погруженную центральную часть региона, а с северной и южной стороны оно было ограничено крутыми склонами денудационных равнин. Соленость морского бассейна была близка к нормально-морской, и в его пределах захоранивались воды с минерализацией до 30 г/дм³ преимущественно хлоридного натриевого состава. В течение ниже-среднеюрского времени площадь мелководно-морского бассейна закономерно расширялась за счет затопления прибрежных частей суши. В позднеюрское время площадь суши значительно сократилась и стала более дифференцированной. Прибрежная равнина с юга обрамляла существенно расширившийся в южном направлении Ленский залив. В пределах Средне-Сибирской суши расширилась площадь аллювиально-озерной равнины. Анабарская возвышенность представляла собой денудационную равнину и являлась основным источником сноса. Хатангский пролив в центральной части региона стал более глубоководным [3].

В валанжинское время регрессия, начавшаяся в конце юрского времени, получила дальнейшее развитие, продолжалось воздымание рельефа Сибирской платформы, увеличилась площадь континентального осадконакопления. В пределах исследуемой территории начался инфильтрационный режим развития.

Бассейн постепенно мелел и образовывалась обширная прибрежная равнина, переходящая в низменную аккумулятивную, озерно-аллювиальную равнину. Сибирская платформа представляла собой возвышенную денудационную равнину с редким растительным покровом. В готерив-сеноманское время в пределах региона также преобладал континентальный режим осадконакопления: происходило постоянное чередование обстановок аллювиально-озерной, низкой аккумулятивной и прибрежной равнин [3].

В палеогеново-неогеновое время осадконакопление носило мозаичный характер. На большей части территории превалировали процессы эрозии, разрушающие накопившиеся ранее осадки. В плейстоцене характерными событиями были неоднократные оледенения, чередовавшиеся с морскими ингрессиями. Четвертичные отложения представлены различными генетическими типами отложений, но преобладали континентальные обстановки и процессы инфильтрации атмосферных вод [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас литолого-палеографических карт СССР : в 4 т [Карты]. Докембрий, кембрийский, ордовикский и силурийский периоды / под ред. А. П. Виноградова. – М. : Всесоюзный аэрографический трест М-ва геологии СССР, 1968. – Т. 1. – 55 л.
2. Атлас литолого-палеографических карт СССР : в 4 т [Карты]. Девонский, каменноугольный и пермский периоды / под ред. А. П. Виноградова. – М. : Всесоюзный аэрографический трест М-ва геологии СССР, 1969. – Т. 2. – 68 л.
3. Атлас литолого-палеографических карт СССР : в 4 т [Карты]. Триасовый, юрский и меловой периоды / под ред. А. П. Виноградова. – М. : Всесоюзный аэрографический трест М-ва геологии СССР, 1968. – Т. 3. – 77 л.
4. Волкова В. С. Геологические этапы развития Приобского арктического шельфа в Западной Сибири в палеогене и неогене // Геология и геофизика. – 2014. – Т. 55, № 4. – С. 619–633.
5. Грамберг И. С. Палеогидрогеохимия терригенных толщ. – Л. : Недра, 1973. – 172 с.
6. Тесаков Ю. И. Силурийский бассейн Восточной Сибири. Бассейновая палеогеография. – Новосибирск : ИНГГ СО РАН, 2014. – Т. 3. – 389 с.

© Я. В. Садыкова, 2017