

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЗОНАХ ФЛЮИДОМИГРАЦИИ ВАНКОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**Е.Р. Исаева¹, Ю.М. Лопушняк², Н.Ф. Столбова¹**¹*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*²*Томский научно-исследовательский проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия*

Юрско-меловая толща в пределах Ванкорского месторождения представляет собой морские, лагунные и континентальные осадки: обломочные и глинистые породы, их переходные разновидности (песчаники, алевролиты, аргиллиты, нередко с прослоями углей). В процессе становления отложения претерпели не только: седиментационно-диагенетические, ката- и метагенетические преобразования, возникшие в период погружения осадочного бассейна, но также и дислокационно-метасоматические [1], которые породы претерпели во время инверсионного этапа развития территории.

Для изучения особенностей флюидомиграции в разрезе скважины Ванкорская 11 был проведен комплекс исследований. В первую очередь, с помощью ядерно-геохимического метода [2] были выявлены зоны с положительными (нефтематеринские породы, породы-флюидоупоры) и отрицательными (зоны выноса, флюидомиграции, возможные породы-коллекторы) аномалиями. И из пород выделенных зон сделаны шлифы и отобраны образцы для рентгеноструктурного анализа. Результаты исследований изложены ниже.

В пределах зон отрицательных аномалий породы представлены в основном песчаниками с мелко- и среднезернистой структурой. Текстуры их однородные, слаболигифицированные, пористые. Однако встречаются и тонкозернистые рассланцованные алевролиты. Для них характерны следующие особенности: катаклаз, трещиноватость, повышенная пористость и проницаемость, и главное, значительное проявление вторичного минералообразования.

В пределах положительных аномалий породы представлены аргиллитами и алевролитами с большим содержанием урана и органического вещества. Уплотненные породы часто сопровождаются окисленными битумами и представляют собой флюидоупоры. Именно под ними чаще всего формируются зоны отрицательных литогеохимических аномалий, обогащенных газовыми и жидкими углеводородами.

Выделять минеральные ассоциации стадийного и наложенного эпигенеза достаточно сложно из-за конвергентности признаков того и другого явлений. В этом случае принято говорить о процессах последующих или вторичных изменений, о вторичном минералообразовании. Появляются участки карбонатизированных, окварцеванных или глинизированных пород. Процессы сопровождаются деструкциями пород, связанных с выщелачиванием исходных и новообразованных минералов.

В диагенезе породы подвергаются уплотнению, неустойчивые обломки пород, полевые шпаты разрушаются, глинизируются, но такие же изменения и, может быть даже более значительные, возможны при дислокационно-метасоматических преобразованиях, способствовавших интенсивному растворению терригенной составляющей песчаников и развитию вторичной пористости.

В тех интервалах, где в достаточной степени присутствует захороненное органическое вещество, особенно в тонкозернистых и глинистых осадках, благодаря действию сульфатредуцирующих бактерий в диагенезе происходит сидеритизация и пиритизация пород. В таблице 1 видно, что сидерит в небольшом количестве содержится практически в каждой изучаемой свите, но его повышенное содержание тяготеет к яновстанской и леонтьевской свитам, а пирит обнаружен только в яновстанской свите. Исследования леонтьевской свиты позволили установить присутствие в породах диагенетического сидерта на глубине 3930-3990 м. В алевро-пелитовых породах он располагается пятнами и тяготеет к разложенным остаткам растительного детрита. Агрегаты сидерита часто полностью замещают детрит, сохраняя характерные его формы, реже они включают разложенное органическое вещество, превращенное в красный гелифицированный кероген.

Катагенетические изменения связаны с дальнейшими структурно-текстурными и минеральными изменениями пород. На фоне механического уплотнения и прогрессирующей гравитационной коррозии растворяются терригенные обломки, образуются конформные сочленения зерен, формируются новые аутигенные минералы, заполняющие поровое пространство и замещающие исходные зерна – это регенерационный кварц, доломит, кальцит, серицит. Углекислотный метасоматоз, развивающийся в нефтегазоносных отложениях, усиливает процессы растворения.

В процессе углекислотного метасоматоза вторичное минералообразование связано с внедрением в, как правило, слабощелочную среду осадочной толщи агрессивных углекислотных глубинных флюидов, что вызывает ионные реакции [1]. Это создает не свойственную для осадочных пород кислую обстановку, с pH около 4-5. Установлено, что при этом реакция идет по обычной схеме «наложенного эпигенеза». Происходит растворение и вынос некоторых элементов:

исходный алюмосиликат + $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ глинистый минерал + HCO_3^- + катионы щелочей и щелочных земель.

И таким образом, содержащиеся в полевых шпатах наиболее подвижные петрогенные компоненты K_2O , Na_2O , в условиях кислотных флюидов, выносятся в первую очередь. Полевые шпаты оказываются подверженными замещению глинистыми минералами и минералами с наименее подвижными компонентами. Чаще всего остаются глиноземсодержащие компоненты в виде каолинита или аморфного $\text{Al}(\text{OH})_3$, а так же гидрослюда (иллита).

Воздействие на полевые шпаты более интенсивно происходит вдоль дислокационных трещин и трещин спайности и часто, при более сильном воздействии, образуются «губкоподобные» минералы с многочисленными порами. Формирующееся межобломочное пустотное пространство в ряде случаев объединяется в крупные поры, каверны и значительные по объему пустоты.

Сложный набор петрогенных компонентов, более характерный для щелочных сред, способствует и образованию многообразных минеральных форм и их ассоциаций. Эти процессы характерны для зон щелочных растворов с pH до 10–11 [1], где происходит увеличение концентрации гидрокарбонатных ионов и ионов щелочноземельных и щелочных элементов. Образование карбонатов происходит в условиях снижения парциального давления в системе. При этом пересыщенный углекислотой раствор вскипает, теряя CO₂ и становясь более щелочным. При росте щелочности из растворов выпадают новые минеральные фазы – карбонаты (кальцит, доломит, сидерит), гидрослюды, мусковит, кварц. Образуются карбонатные, гидрослюдистые цементы, регенерационный кварц и другие минералы. Процесс карбонатизации и формирования новых минеральных ассоциаций приводит к уплотнению пород. Описываемый процесс можно представить в виде следующей реакции:



Данная реакция может многократно повторяться и в результате образуются зоны карбонатизации, которые связывают с выходами углекислого газа по ослабленным тектоническим зонам [1]. Интенсивность углекислотного метасоматоза подчеркивается образованием мономинеральных цементов. Образуются сплошные линзы с карбонатным цементом, как например, в нижнехетской, сиговской и леонтьевской свитах.

В разрезе скважины повсеместно развиты процессы хлоритизации и мусковитизации. Новообразованный хлорит изначально имеет бурую окраску, затем перекристаллизовывается в зеленый хлорит с аномальными синими цветами интерференции. Усиление степени преобразования пород под воздействием постседиментационных процессов сопровождается образованием мусковита из гидрослюды, а также формированием чередующихся пакетов хлорита и мусковита.

Также довольно часто наблюдается процесс образования аутигенного альбита, особенно в малышевской и леонтьевской свитах (табл.). Формирование вторичного альбита происходит за счет флюидов, содержащих ионы натрия и кремния. Описываемый процесс происходит в условиях литостатического давления и усиливается при развитии дислокационных процессов за счет увеличения растворимости терригенного альбита, содержание которого достигает 20 % во всех обломочных породах отложений скважины.

Таблица
Результаты рентгеноструктурного анализа нефтегазоносных отложений Ванкорского месторождения

Минералы	Содержание минералов, %								
	Як, гл. 1663,8	Нх, гл. 2661,5	Нх, гл. 2788	Сиг, гл. 3377,6	Мал, гл. 3526,4	Мал, гл. 3564,1	Ян, гл. 3190- 3200	Леон., гл. 3950	Леонт, гл.3967, 5
	U/Al ₂ O ₃ =0.10 у.е.*	U/Al ₂ O ₃ =0.11 у.е	U/Al ₂ O ₃ =0.12 у.е	U/Al ₂ O ₃ =0.12 у.е	U/Al ₂ O ₃ =0.11 у.е	U/Al ₂ O ₃ =0.30 у.е	U/Al ₂ O ₃ =0.23 у.е	U/Al ₂ O ₃ =0.21 у.е	U/Al ₂ O ₃ =0.12 у.е
Альбит	20,0	26,8	20,6	20,9	27,7	25,5	18,8	21,4	31,5
Анортит	3,5	7,5	6,8	8,2	1,4	2,8	1,7	0,0	3,7
Доломит	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	1,1	1,1
Иллит	1,8	4,3	1,3	1,5	1,3	7,7	7,7	9,7	5,8
Кальцит	0,0	0,0	1,0	8,9	0,0	0,0	8,2	0,0	1,2
Каолинит	5,0	7,8	1,1	1,1	3,4	4,0	2,0	4,8	1,9
Кварц	43,8	26,7	25,2	20,5	42,6	26,2	30,7	32,2	34,1
Микроклин	9,3	5,8	9,6	5,6	2,2	1,2	1,1	0,0	0,0
Мусковит	0,0	1,1	1,5	1,2	1,8	7,8	10,2	13,1	4,1
Ортоклаз	15,6	14,8	30,2	30,6	18,4	18,7	5,0	3,1	9,4
Пирит	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0
Сидерит	1,0	1,3	1,0	1,5	0,0	1,3	2,0	3,6	1,7
Иллит-Смектит	0,0	0,2	0,6	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0
Хлорит	0,0	3,7	1,1	0,0	1,2	4,8	5,5	11,0	5,5

Условные обозначения: як – яковлевская (K_{1jak}), нх – нижнехетская (K_{1nch}), ян – яновстанская (J₃-K_{1jan}), сиг – сиговская (J_{3sg}), мал – малышевская (J_{2ml}), леонт – леонтьевская (J_{2ln}) свиты. Гл. – глубина отобранного образца

*U/Al₂O₃=0.10 у.е – в неизмененных алюмосиликатах отношение U/Al₂O₃ равно 0,18.

Таким образом, формирование порово-трещинного пространства пород начинается при седиментации осадков и завершается постседиментационными – стадийными и наложенными процессами. В результате последних происходит перераспределение вещества, в особенности за счёт выноса щелочных и щелочноземельных элементов (особенно Na, Ca и K). Более интенсивное проявление процессов выноса петрогенных компонентов из вмещающих пород приводит к разрушению катагенетической межзерновой

структуры пород, и в результате на месте сложных контактов возникают межзерновые каналы и, при благоприятных условиях формируются зоны вторичных высокопористых пород [3].

Литература

1. Лебедев Б.А. Геохимия эпигенетических процессов в осадочных бассейнах. – Л.: Недра, 1992. – 239 с.
2. Столбов Ю.М., Фомин Ю.А., Столбова Н.Ф. Возможность применения прикладной геохимии урана при исследовании процессов наложенного эпигенеза терригенных отложений Западной Сибири / Геохимическое моделирование и материнские породы нефтегазоносных бассейнов России и стран СНГ // Тр. II. Международной конференции. – С-Петербург.: Изд-во ВНИГРИ, 2000. – С. 160 – 171.
3. Япаскурт О.В. Стадиальный анализ литогенеза. Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 142 с.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ГОРИЗОНТА АВ1 ТИПА «РЯБЧИК» МЕСТОРОЖДЕНИЙ НИЖНЕВАРТОВСКОГО СВОДА

О.А. Исаева

Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», г. Тюмень, Россия

Целью работы является изучение отложений горизонта АВ1 месторождений Нижневартовского свода (Лас-Ёганское, Нивагальское, Урьевское), имеющих «рябчиковые» текстуры, и характеристика их фильтрационно-ёмкостных свойств. Объектом исследования являются терригенно-осадочные отложения горизонта АВ1, относящиеся к нижней подсвите алымской свиты аптского яруса нижнего мела. В качестве материала для проведенных исследований использовался керн из отложений горизонта АВ1 Лас-Ёганского (скважины 187р, 3001п/30б, 3331ц/250, 9609/306б, 9617/220), Нивагальского (скважины 215р, 267п, 2635/480) и Урьевского (25п, 7673) месторождений. К основным методам исследований относятся литологические (макроописание керна с определением структурно-текстурных особенностей и выделением литотипов) и лабораторные (оптико-микроскопические, гранулометрические, рентгенографические и петрофизические) методы.

Район исследований находится в центральной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, Среднеобской нефтегазоносной области. В тектоническом плане Лас-Ёганское, Нивагальское и Урьевское месторождения приурочены к Нижневартовскому своду, осложненному структурами II, III, и IV порядков [5]. Особенностью разреза горизонта АВ1 является широкое развитие в продуктивных отложениях так называемых «рябчиковых» текстур, имеющих сложный литологический состав, обусловленный быстро меняющимися фациальными условиями бассейна седиментации. Они представлены тонким переслаиванием двух или трех литотипов (песчаников, алевролитов и глин), создающих «рябчиковую» текстуру. В алевроито-песчаных отложениях преобладают пологоволнистые и линзовидные текстуры; в опесчаненных разностях – линзовидно-волнистые. Глинистые прослои имеют толщину от 1 мм до 2–3 см и более, сложены тонкой агрегатной смесью глинисто-гидрослюдистых минералов. Песчано-алевритовые породы такого типа получили название «рябчики» (глинистые коллекторы).

Выделение литотипов осуществлялось по классификации Ф. Петтиджона, основанной на текстурно-структурных особенностях отложений [2], согласно которой выделено четыре типа «рябчиков»: сильно глинистый (содержание глинистого материала от 35 % и выше), глинистый (20–35 %), слоистый (10–20 %) и опесчаненный (менее 10 %). Следует отметить, что выделенные типы «рябчиков» в целом представляют собой неравномерное или сравнительно неравномерное сочетание двух, а иногда трех литотипов. Кроме того, в изученных разрезах наблюдаются интервалы, представленные нефтенасыщенными песчаниками и алевролитами с флазерной и косой сходящейся слоистостью.

В результате исследования керна материала, построены литологические колонки, дана полная литолого-петрографическая характеристика литотипов. Породы «рябчики» залегают на глубине от 1848,0–1895,0 м до 1960,0 м. В изученных разрезах скважин Нивагальского и Урьевского и 187р и 9609/306б Лас-Ёганского месторождения отмечаются все литологические разности «рябчиков»; в разрезах скважин 3001п/30б и 3331ц/250 (Лас-Ёганское месторождение) наблюдаются 1–2 литотипа «рябчиковых» текстур (рис. 1).

Всего было исследовано 100 образцов: 16 образцов представлены сильно глинистыми «рябчиками» с неразвитой рябью; 32 образца – глинистыми с линзовидно-волнистой текстурой; 14 образцов – слоистыми «рябчиками» с пологоволнистой и линзовидно-волнистой слоистостью; 16 образцов – алевролитами мелко-крупнозернистыми, песчанистыми со сходящейся сильно срезанной слоистостью.

Опесчаненные нефтенасыщенные «рябчики» (22 образца) характеризуются линзовидно-волнистой, участками флазерной текстурой.

В образцах керна проведен рентгеноструктурный анализ, по результатам которого построена треугольная диаграмма (рис. 2). В глинистой составляющей преобладает каолинит (65–68 %), в меньшей степени гидрослюда и хлорит.

В распределении пород по разрезам скважин наблюдается закономерный характер. Отмечается, что сложный литологический состав и структурно-текстурные особенности обусловлены часто меняющимися фациальными условиями осадконакопления.