

ВВЕДЕНИЕ

Нижнемеловые отложения Большехетской впадины, содержащие высокоперспективные нефтегазонасыщенные залежи, с установленной промышленной продуктивностью на Пяяхинском, Хальмерпаютинском и Южно-Мессояхском месторождениях (территория деятельности ООО "ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь"), характеризуются минералогическими (катагенетическими) аномалиями. Как правило, они выражаются в резком возрастании количества аутигенных минералов и их парагенетических ассоциаций, не характерных для определенной стадии изменения пород. Подобные аномальные зоны имеют значительную площадь распространения, и их развитие связано с миграцией потоков флюидов по действующим глубинным разломам, проникающим из фундамента на различные уровни осадочного чехла [Предтеченская и др., 2009; Поднебесных, Овчинников, 2015].

В настоящее время вопросу изучения катагенетических изменений нефтегазонасыщенных пород нижнемеловых отложений в пределах Большехетской впадины уделяется достаточно большое внимание, поскольку структура пустотно-порового пространства напрямую зависит от постседиментационных процессов, что в конечном счете влияет на коэффициент извлечения нефти и уровень добычи углеводородного сырья.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основные типы постседиментационных изменений пород-коллекторов выделены на основании изучения кернового материала покурской, тангаловской, сортымской (заполярной) и мегионской свит в пределах Пяяхинского, Хальмерпаютинского, Северо-Хальмерпаютинского, Южно-Мессояхского и Салекаптского месторождений.

Рассматриваемые объекты находятся в наиболее погруженной части Надым-Тазовской синеклизы [Нестеров, 1984] в зоне сочленения Тазовского и Уренгойского фациальных районов [Решения., 1991] - (рис. 1). На большей части этой территории развит тазовский тип разреза (литолого-фациальный разрез - ЛФР), где в его составе вы-

деляются (снизу вверх): мегионская, заполярная, малохетская и покурская свиты, в уренгойском: сортымская и тангаловская свиты. При этом Пяяхинское месторождение находится в переходной зоне, в пределах которой присутствуют элементы разных типов.

Вторичные преобразования были изучены с использованием метода стадийного анализа [Япаскерт, 2008]. Петрография и минералогия рассматриваемых пород изучалась с применением оптической и электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа. Указанные работы были выполнены в Центре исследования керна и пластовых флюидов Филиала ООО "ЛУКОЙЛ-Инжиниринг" "КогалымНИПИнефть" в г. Тюмени (г. Когалым). Кроме того, определение минерального вида цеолита было выполнено с помощью рентгенофазового анализа в Институте геологии и геохимии УрО РАН (г. Екатеринбург).

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Среди наиболее важных вторичных минералов и структур, свидетельствующих о постседиментационных процессах при формировании рассматриваемых пород, могут быть названы такие, как регенерация кварца, преобразование полевых шпатов, нарушение кристаллической структуры биотита, формирование различных глинистых минералов, кристаллизация цеолитов и кальцита, а также характер контактов между песчаными зернами.

Регенерация кварца развита повсеместно, но в различной степени. Чаще всего она умеренная (затронуты до 10-25% зерен), реже слабая (до 10%), в единичных случаях сильная (свыше 25%). Регенерация выражена в виде частичного восстановления кристаллографических граней, образования прерывистых каемок различной толщины (до 0.03 мм) (рис. 2), редко в форме шипов. Интенсивность проявления этого процесса, вероятно, связана с поступлением кремнезема, выделяемого из кристаллических решеток глинистых минералов при их трансформации в хлориты [Япаскерт, 2013].

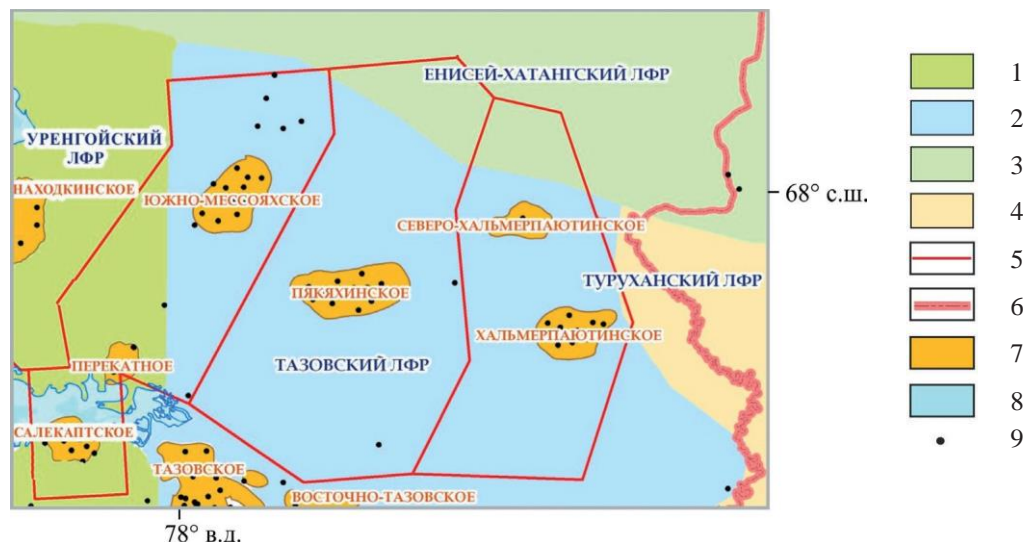


Рис. 1. Схема литолого-фациального районирования (ЛФР) неокомских отложений Большехетской впадины [Решения., 1991].

1 - Уренгойский ЛФР, 2 - Тазовский ЛФР, 3 - Енисей-Хатангский ЛФР, 4 - Туруханский ЛФР, 5 - границы лицензионных участков, 6 - границы ЯНАО, 7 - месторождения, 8 - акватории Обской и Тазовской губ, 9 - пробуренные скважины.

Fig. 1. The scheme of the lithological-facial zoning (LFZ) of Neocomian deposits of Bolshekhetskaya depression [Decisions..., 1991].

1 - Urengoi LFZ, 2 - Tazovskoe LFZ, 3 - Enisei-Khatanga LFZ, 4 - Turukhansk LFZ, 5 - borders of licence plots, 6 - borders Yamalo-Nenets Autonomous District, 7 - Fields, 8 - water areas of Ob and Tazovskoe Guby, 9 - wells.

Преобразование полевых шпатов. Интенсивной пелитизации (до 40 % зерен), серицитизации (до 15 %) и растворению (до 5 %) подверглись плагиоклазы. В результате уменьшилась прозрачность зерен до полного их затемнения с

образованием глинистых минералов, в том числе мелких чешуек калиевых гидрослюд. В отложениях сортымской (заполярной) свиты Пяяхинского и Северо-Хальмерпаютинского месторождений в обломочных зернах плагиоклазов на-

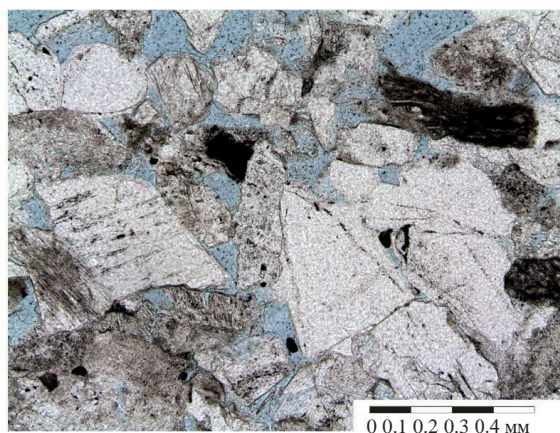
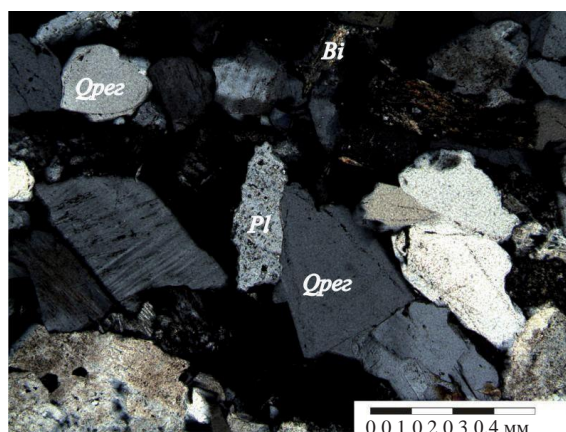


Рис. 2. Вторичные изменения нижнемеловых отложений Большехетской впадины (на примере тангаловской свиты Салекапского месторождения).

Qreg - регенерационный кварц, *Pl* - измененный плагиоклаз, *Bi* - гидратированный биотит. Скрещенные и параллельные николи.

Fig. 2. Secondary changes of the lower Cretaceous deposits of Bolshekhetskaya depression (for example, Tangelovskaya Formation of Salekaptskoye field).

Symbols: *Qreg* - regeneration quartz, *Pl* - modified plagioclase, *Bi* - hydrated biotite. Cross and parallele nicols.

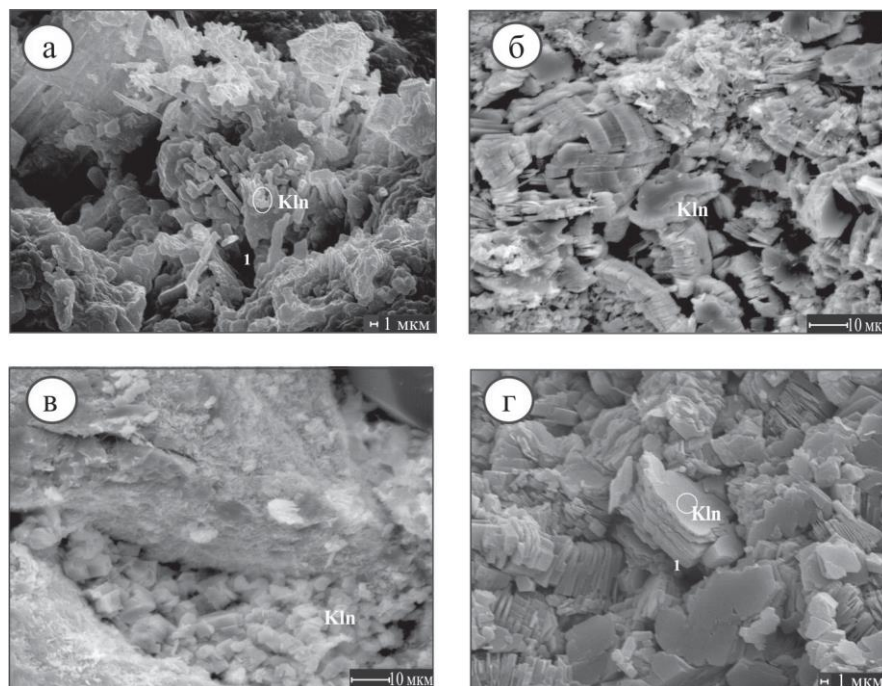


Рис. 3. Характеристика порового пространства по СЭМ-снимкам песчаников.

Таблитчатые кристаллы аутигенного каолинита (*Kln*) образуют доменоподобные микроагрегаты.

а, б - покурская свита Южно-Мессояхского и Пякяхинского месторождений соответственно; в, г - тангаловская свита Пякяхинского и Салекапского месторождений соответственно. Здесь и далее (рис. 4-8) поровое пространство характеризуется с помощью СЭМ-снимков.

Fig. 3. Characteristics of the pore space by SEM-images of sandstones.

Tabular crystals of authigenic kaolinite (*Kln*) forming microaggregates.

а, б - Pokorskaya Formation of South-Messoyakhskoye and Pyakyakhinskoye fields, respectively; в, г - Tangalovskaya Fm of Salekaptskoye and Pyakyakhinskoye fields respectively. Here and further (Fig. 4-8) characteristics of the pore space made by SEM-images.

блюдается присутствие новообразованного эпидота. Последний образует рассеянную вкрапленность и скопления с высокими интерференционными цветами.

Гидратация биотита. В ходе этого процесса происходит нарушение кристаллической структуры минерала. При этом пластинки его деформируются, расщепляются на отдельные волокна и приобретают зеленовато-бурую плеохроирующую окраску (см. рис. 2). В песчаниках сортымской (заполярной), особенно мегинской свиты Северо-Хальмерпаяутинского, Хальмерпаяутинского и Салекапского месторождений на пластинках биотита отмечается появление рассеянной вкрапленности сидерита, иногда пирита, что в большей степени связано с выносом части K^+ из межслоевых промежутков, а также Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} [Япаскурт, 2008]. Весьма распространено развитие хлорита по отдельным волокнам биотита, сопровождающееся приобретением зеленоватой окраски и слабого плеохроизма. В ходе интенсивного выноса щелочей при гидратации биотита повышается щелочность интерстиционных растворов и, как следствие, про-

исходит активизация коррозии и частичное растворение некоторых аллотигенных компонентов.

Глинистые минералы, наряду с цеолитами и кальцитом, широко распространены в качестве цементирующего вещества. Чаще всего это каолинит, выполняющий поры. По результатам рентгеноструктурного анализа (РСА) содержание этого минерала варьирует от 10 до 38% от объема глинистого составляющего цемента. По РЭМ-снимкам в порах песчаных пород можно отчетливо наблюдать шестигранные пластинки аутигенного каолинита различной толщины, иногда деформированные (рис. 3). Предполагается, что образование каолинита связано с высвобождением калия при преобразовании калиевых полевых шпатов и гидратации биотита [Юдович, Кетрис, 2008]. Следует отметить, что с увеличением глубины залегания пород процесс каолинизации проявлен в меньшей степени, а его генерация в нижних частях разреза отличается более совершенными кристаллами.

В тесном парагенезисе с каолинитом в рассматриваемых породах присутствует гидрослюда (иллит), формирующая сплошные и прерывистые ка-

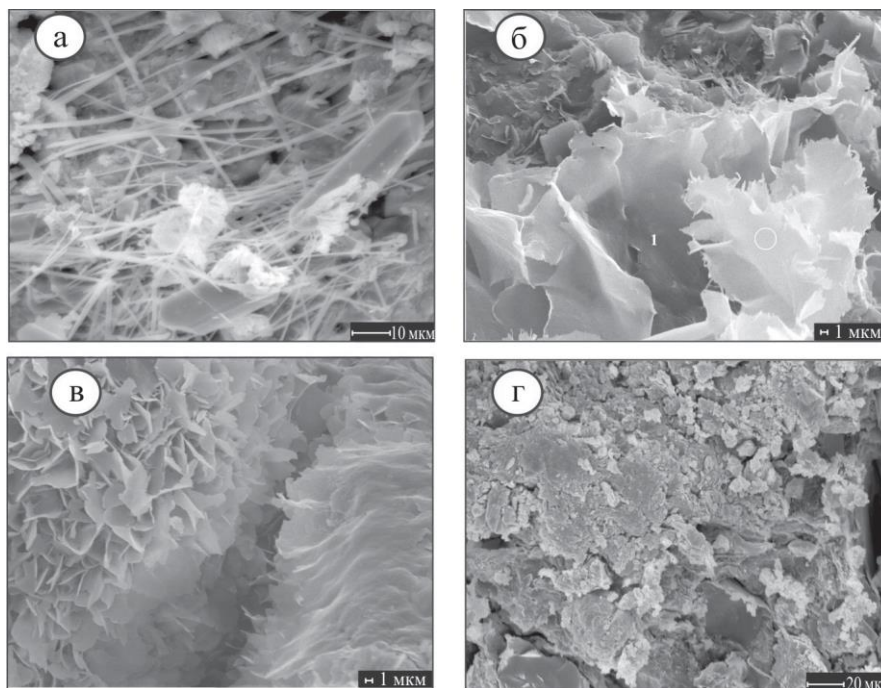


Рис. 4. Глинистое вещество в поровом пространстве.

а - неравномерное скопление микроагрегатов иллит-каолинитового состава (покурская свита Пякяхинского месторождения); б - агрегаты иллита неправильной листовидной формы (тангаловская свита Салекапского месторождения); в - микродрузовые чешуйчато-листоватые агрегаты гидробиотита (сортымская свита Пякяхинского месторождения); г - хлорит-гидрослюдистый цемент (мегионская свита Северо-Хальмерпаяутинского месторождения).

Fig. 4. Clayed substance in the pore space.

а - uneven accumulation of microaggregates illite-kaolinite composition (Pokurskaya Formation of Pyakyakhinskoye field); б - aggregates of illite, irregular leaf shape (Tangelovskaya Fm of Salekaptskoye field); в - scaly-fissile assemblies hydrobiotite Sortymskaya Fm of Pyakyakhinskoye field); г - chlorite-hydrosludgy cement (Megionskaya Fm of North Khalmerpayutinskoye field).

емки вокруг зерен полевых шпатов и кварца (плечный цемент). На снимках с РЭМ в составе этих каевок хорошо видны микродрузовые кристаллические и листоватые агрегаты (рис. 4). По данным РСА, содержание упомянутого минерала варьирует от 3 до 58% (табл. 1), с максимумом в заполярной и верхней части мегионской свит Хальмерпаяутинского месторождения.

Как показали исследования В.А. Дрица, А.Г. Косовской, О.В. паскурта, В.В. Петровой и др., гидрослюды не образуются по субстрату структурно близких к ним минералов. Прекурсорами в этом процессе являются смектиты (монтмориллонит). В то же время непосредственный переход калия в раствор при разрушении калиевых полевых шпатов и большая доступность проникаемых каналов для этих растворов создают благоприятную обстановку для формирования гидрослюды [Юдович, Кетрис, 2008]. Кроме того, образующиеся при этом соли калия и угольная кислота (K_2CO_3) быстро растворяют SiO_2 , образуя между зёрнами микрокристаллитовые швы.

В качестве цементирующего минерала распространен также хлорит. Из РЭМ снимков следует, что этот минерал встречается в виде двух морфо-

логических разновидностей: хорошо окристаллизованных частиц (рис. 5в) и микродрузовых агрегатов, инкрустированных на стенках пор (см. рис. 5а, б, г). Образование аутигенного хлорита связано в большей степени с трансформацией гидрослюды и смешанослойных образований с выделением Mg^{2+} и Fe^{3+} , а также Al^{3+} из каолинита [паскурт, 2008; Юдович, Кетрис, 2008]. При этом высвобождаемый K^+ расходуется на параллельный процесс серицитизации плагиоклазов с выносом Ca^{2+} и формированием аутигенного кальцита.

Цеолиты имеют наибольшее значение среди новообразованных минералов. Их наличие устанавливается уже при визуальной оценке керна, где они проявляются в виде светлых пятен полуовальной и неправильной форм, размер которых может достигать нескольких миллиметров. Иногда количество их составляет до 40% объема породы [Титов, 2014]. В пределах изучаемой территории цеолиты встречаются на глубинах 3138.5-3299.4 м (скв. 32Р Южно-Мессояхского месторождения), 2958.5-3282.7 м (скв. 2020П Пякяхинского месторождения), 3233.8-3248.9 м (скв. 2051 Северо-Хальмерпаяутинского месторождения) и 3138.8-

Таблица 1. Результаты определения минерального состава глинистого цемента по месторождениям Большехетской впадины (рентгеноструктурный анализ), %

Table 1. The results of determining the mineral composition of clay cement in the fields of the Bolshekhetskaya Depression (X-ray analysis), %

Свита	Скважина	Глубина отбора, м	Каолинит	Хлорит	Гидро- слюда	Смешанослойные образования	Прочие минералы
Хальмерпаютинское месторождение							
Заполярная	2100Р	3139 20	10	25	58	7	Zeol
		3150 16	19	34	42	5	Zeol
егионская		3158 22	19	35	41	5	Zeol, Ca
		3226 37	20	49	28	3	Zeol, Ca
		3328 95	18	20	55	7	Ca
		3335 19	21	29	45	5	
		3358 11	34	50	14	2	
		3388 91	29	35	32	4	Ca
Северо-Хальмерпаютинское месторождение							
Заполярная	2051П	3344 30	27	49	21	3	Ca!, Zeol
		3351 15	33	54	11	2	Ca!, Zeol
егионская		3367 63	23	55	19	3	Ca!, Zeol
		3535 72	30	49	18	3	Ca!, Zeol
		3571 84	30	48	19	3	Ca!, Pyr
		3633 01	26	49	22	3	Ca
Южно- ессояхское месторождение							
Покурская Сортымская	32Р	1264 89	61	21	16	2	Ca!, Zeol
		3247 53	29	40	28	3	
		3257 15	32	38	27	3	
		3309 88	37	32	28	3	
Салекаптское месторождение							
Тангаловская	16Р	2925 89	54	28	16	2	Преобладает Ca!
		2934 34	47	23	27	3	
		2938 13	80	10	8	2	
Сортымская		3737 06	30	48	19	3	Ca!
		3745 19	26	45	26	3	
Пякяхинское месторождение							
Покурская	2020Р	2163 01	81	10	9	85	Ca!
		2185 54	89	8	3		
		2203 19	85	9	6		
		2235 31	81	10	9		Sid, Pyr
		2245 09	69	15	14		2
Тангаловская		2663 00	71	23	6	71	
		2733 31	65	30	5		
		2958 70	40	41	17	2	
Сортымская		3120 70	34	40	23	3	Ca!, Zeol!, Pyr
		3121 78	44	43	11	2	Ca!, Zeol
		3129 05	34	41	22	3	Ca!, Zeol
		3146 14	38	49	11	2	Ca!, Zeol
		3280 95	28	49	20	3	Ca!, Zeol
		3411 11	34	50	14	2	
		3420 14	38	46	14	2	Ca!, Pyr

Примечание Ca! кальцит, Sid сидерит, Zeol цеолит, Pyr пирит, прочерк содержание не выявлено

Note Ca! calsite, Sid siderite, Zeol zeolite, Pyr pyrite, dash not detected

3248 3 м (скв 2100 Хальмерпаютинского газоконденсатного месторождения)

Характер распределения цеолитов более подробно изучен в разрезе Пякяхинского месторождения, где повышенное содержание этого минерала установлено в породах верхней части сортымской сви-

ты (пласты БУ₁₆ БУ₁₀₋₁₁) Содержание цеолитов в ее составе в среднем достигает 8% от объема породы, или 75% от общего объема цемента В нижележащих пластах БУ₂₁ БУ₁₇ соответственно 6 и 64%

В ходе минералого-петрографического изучения выявлено, что цеолиты образуют поровый,

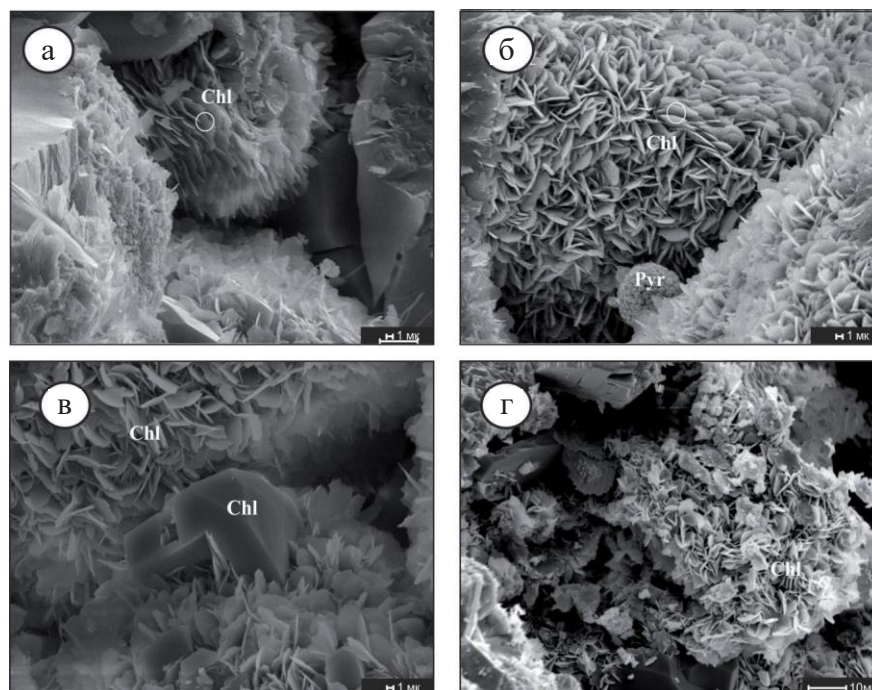


Рис. 5. Микродрузовые образования (*Chl*) в виде чешуйчатых агрегатов и микрокристаллов минералов из группы хлоритов, шаровидные образования пирита (*Pyr*).

а - сортымская свита Салекаптского месторождения; б - заполярная свита Южно-Мессояхского месторождения; в - сортымская свита Пяяхинского месторождения; г - мегийонская свита Хальмерпаютинского месторождения.

Fig. 5. Microgroove formations (*Chl*) in the form of scaly aggregates and microcrystals of minerals from the chlorite group, globular masses of pyrite (*Pyr*).

а - Sortymenskaya Formation of Salekaptskoye field; б - Zapolarnaya Fm of South-Messoyakhskoye field; в - Sortymenskaya Fm of Pyakyakhinskoye field; г - Megionskaya Fm Khalmerpayutinskoye field.

иногда базальный пойкилитовый цемент, на долю которого приходится от 2 до 19% объема породы. При этом иногда они полностью замещают полевые шпаты. По наблюдениям в растроме электронном микроскопе, цеолиты образуют агрегаты из призматических кристаллов с совершенной спайностью и хорошо выраженной ступенчатостью (рис. 6). Идентификация цеолитов выполнена по данным рентгенофазового анализа. В результате было установлено, что в изученных образцах цеолиты представлены ломонтитом, в виде его кальциевой разновидности ($\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$).

Аналогичные результаты были получены А.Д. Коробовым с соавторами [2008] при исследовании эпигенетических изменений пород по керну скв. 2051 Северо-Хальмерпаютинской площади и подтверждаются рядом других исследований нижнемеловых отложений севера Западной Сибири [Шиманский, 2013; Поднебесных, 2014].

В настоящее время установление генетической природы минералов из группы цеолитов, выявленных в составе нижнемеловых отложений Большехетской впадины, является наиболее дискуссионной проблемой. На основе физико-химических свойств и приуроченности определенных ассоциаций цео-

литов к определенным фациям А.Г. Коссовская [Котельников, Зинчук, 2004] выделила шесть цеолитовых фаций. По мнению А.Д. Коробова с соавторами [2008], образование ломонтита связано с гидротермально-метасоматическими процессами, сопряженными с тектоно-гидротермальной активизацией. Согласно классификации А.Г. Коссовской, их следует относить к фации наложенного гидротермального метаморфизма.

На основании анализа минеральных ассоциаций А.Д. Коробовым с соавторами установлено, что породы в интервале глубин 3343.0-3638.9 м Северо-Хальмерпаютинской площади испытали главным образом низкотемпературную, частично среднетемпературную пропилитизацию. Однако, учитывая специфику выделенных фаций, предполагающих напряженную термобарическую обстановку, следует ожидать проявления не только соответствующих парагенезов минеральных ассоциаций, но и новых структур рекристаллизационно-грануляционного бластеза на контактах обломков. Последние описаны при исследовании нижнемелозойских пород тюменской сверхглубокой скважины СГ-6 [Япаскурт, Горбачев, 1997], где связаны с периодами тектоно-гидротермальной акти-

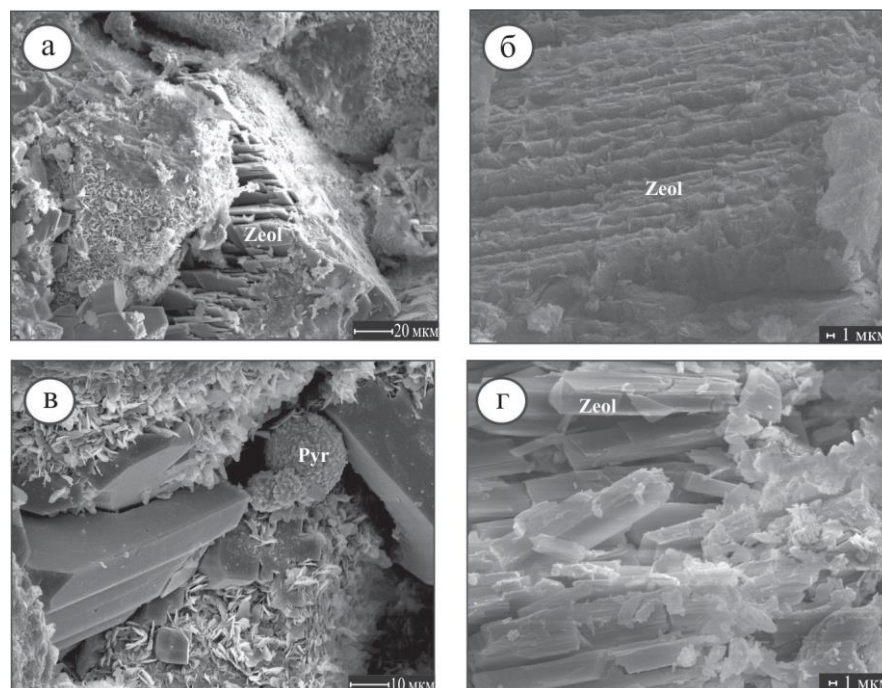


Рис. 6. Кристаллически-зернистый цеолитовый цемент и призматические агрегаты цеолитов.

а - заполярная свита Северо-Хальмерпаутинского месторождения; б - сортымская свита Южно-Мессояхского месторождения; в, г - сортымская свита Пякяхинского месторождения.

Fig. 6. Crystal-grained zeolite cement and prismatic aggregates of zeolites.

а - Zapolarnaya Fm of North Khalmerpayutjnskoe field; б - Sortymskaya Fm of South-Messoyakhskoye field; в, г - Sortymskaya Fm of Pyakyakhjnskoye field.

визации. В ходе данной работы кристаллобластические признаки в цеолитсодержащих породах не выявлены, что заставляет усомниться в наличии метagenетических проявлений в пределах изучаемой территории.

Не вызывает сомнения, что новообразованные цеолиты в нижнемеловых отложениях имеют наложенный характер, проявляющийся избирательно. Их образование, вероятно, связано с преобразованием "камуфлированной пирокластики" [Котельников, Зинчук, 2004], в частности, полевошпатовой кластики. Можно предположить, что в периоды тектонической активизации циркулирующие высокотемпературные растворы, обогащенные натрием, алюминием и кремнием, выщелоченными из вмещающих пород, воздействовали на обломки плагиоклазов, образуя аутигенный альбит [Коробов и др., 2013], наблюдаемый на РЭМ снимках Пякяхинского месторождения (рис. 7). При этом освободившийся кальций мог фиксироваться не только в кальците, но и в ломонтите. На связь катагенетической альбитизации и ломонтита обращают внимание также и Я.Э. Юдович и М.П. Кетрис [2008] при исследовании полевошпатовых, кварц-полевошпатовых, полевошпат-кварцевых граувакк Предуральяского прогиба и восточного склона Южного Урала.

Кальцит тоже занимает существенное место среди вторичных образований рассматриваемых песчаников. Это разнокристаллический минерал, чаще всего образующий базальный пойкилитовый цемент, который составляет иногда до 20 площади шлифа (рис. 8). На всем протяжении разреза он распределен неравномерно, что может быть связано с влиянием инфильтрационных либо эксфильтрационных притоков водных растворов, миграцию которых вызвали тектонические процессы [Япаскерт, 2008]. Иногда даже встречаются отдельные кристаллы призматической формы размером до 0.15 мм.

Новообразованный кальцит, преобладающий среди аутигенных минералов в нижней части разреза (мегионская свита), мог образовываться за счет растворения минералов, содержащих кальций, так как при уплотнении горных пород на достаточно больших глубинах в соответствующих термодинамических условиях отделяется связанная (химически и физически) вода, которая оказывает большое влияние на процессы растворения, а также минерального новообразования [Юдович, Кетрис, 2008]. В этом ракурсе могут быть рассмотрены полевые шпаты, в частности плагиоклазы и хлориты. Не стоит исключать также привнос каль-

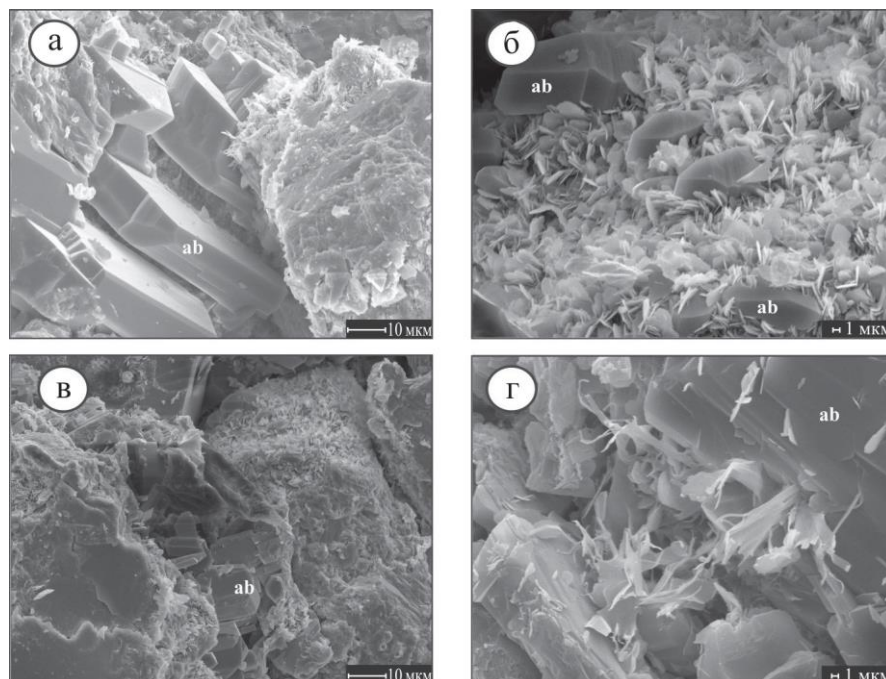


Рис. 7. Таблитчатые кристаллы и пластинчатые агрегаты вторичных щелочных полевых шпатов (альбит - аЬ) (сортымская свита Пяяхинского месторождения).

Fig. 7. Tabular crystals and lamella aggregates of secondary alkali feldspars (albite - ab) (Sortymskaya Formation Ryukhinskoye field).

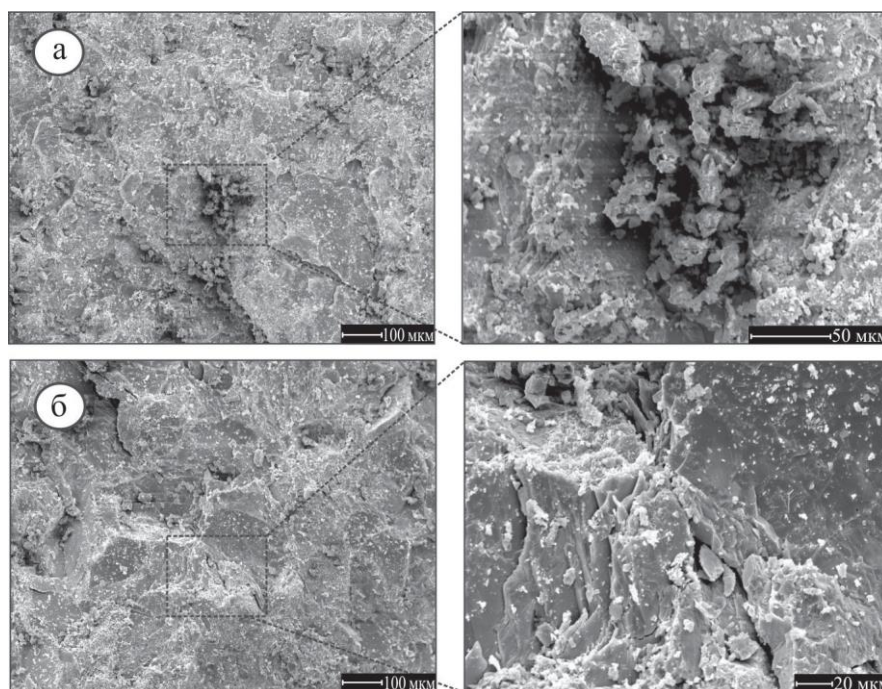


Рис. 8. Поревое пространство, выполненное кристаллическими агрегатами кальцита (а), многослойчатыми образованиями микрокристаллического кальцита (б) (мегионская свита, Хальмерпаютинское месторождение).

Fig. 8. The pore space is made by: crystalline aggregates of calcite (a), manylamination formations of microcrystalline calcite (б) (Megionskaya Formations, Khalmerpayutinskoye field).

ция элизионными водами, которые при уплотнении отжимались из глинистых толщ, подстилающих песчаники.

Лейкоксен, эпидот, пирит, марказит, сидерит. Выделения лейкоксена иногда образуют извилистые и прерывистые пленки вокруг обломочных зерен. По мнению О.С. Кочеткова, происхождение этого минерала рассматривается как результат стяжений TiO_2 из вмещающего углисто-глинистослюдистого матрикса в ходе катагенетических процессов [Юдович, Кетрис, 2008].

Аутигенный эпидот в рассматриваемых породах присутствует в виде мелких зерен неправильной формы и тонкоагрегатных скоплений. Первая разновидность имеет прозрачную, слабо окрашенную зеленовато-желтую окраску, высокое двупреломление и яркие цвета интерференции. Зерна часто растресканные, размер их достигает 0.05 мм. Вторая разновидность, как уже было отмечено, развивается по зернам полевых шпатов в виде рассеянной вкрапленности. А.Д. Коробов с соавторами [2008] связывают формирование аутигенного эпидота с частичным растворением минералов-аналогов, локальным перераспределением и перетолжением химических компонентов.

Сульфиды железа представлены парагенезисом двух полиморфных модификаций - пиритом и марказитом. Они распространены неравномерно по разрезу всех изучаемых стратиграфических подразделений. Повышенные содержания сульфидов отмечаются в отложениях покурской свиты Южно-Мессояхского месторождения (до 2%). В остальных свитах встречаются единичные кристаллы, иногда до 1%. Для пирита характерны кристаллические и фрамбоидальные образования размером 0.05-0.2 мм (см. рис. 5б) и тонкая вкрапленность неправильной формы, а марказит образует преимущественно звездчатые агрегаты диаметром 0.04-0.06 мм. Как уже упоминалось, наиболее вероятными условиями формирования пирита и марказита являются катагенетическое изменение биотита или абиогенная термальная сульфат-редукция под воздействием углеводородных газов [Юдович, Кетрис, 2008].

По мере нарастания степени катагенеза увеличивается количество сброшенного железа и магния при трансформации слюды. При этом высвобожденное железо может фиксироваться в аутигенном сидерите, иногда образуя псевдоморфозы по биотиту. Распределение сидерита неравномерное, отмечается с глубины 2934.34 м (заполярная свита Салекаптского месторождения), 3344.30 м (сортымская свита Северо-Хальмерпаютинского месторождения), 3358.11 (сортымская свита Хальмерпаютинского месторождения).

Немаловажным показателем являются контакты аллотигенных компонентов. Так, в верхней части разреза (покурская, тангаловская свиты) преобладают точечные, прямолинейные и, в единич-

ных случаях, конформные контакты между песчаными зернами. Сверху вниз по разрезу (сортымская, мегионская свиты) увеличивается количество выпукло-вогнутых сочленений, появляются инкорпорационные виды зерновых контактов.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований выявлен ряд особенностей вторичных изменений в отложениях нижнего мела Большехетской впадины. Для нижнемеловых отложений установлено, что алеврито-песчаные породы характеризуются разнообразным комплексом аутигенных минералов и структур, свидетельствующих о стадии фоновых катагенеза и о наложенных процессах. При этом верхняя часть разреза изучаемых отложений (покурская, тангаловская) отвечает зоне среднего катагенеза (градация MK_2), характеризующейся интенсивной регенерацией кварца, внутрислойным растворением неустойчивых слюд и полевых шпатов, гидрослюдизацией, хлоритизацией и кальцитизацией.

Анализ нижней части разреза (сортымская, мегионская свиты) показал, что породы преобразованы до стадии глубокого катагенеза (градация MK_3). Хорошими показателями такой степени изменения являются наличие в зернах кварца прерывистых регенерационных каемок и частично восстановленных кристаллографических граней, замещение полевых шпатов, наличие ассоциации хлорит-гидрослюда, ломонтит в парагенезисе с эпидотом и кальцитом, доминирование конформных межзерновых контактов. При этом эпигенетический процесс протекал неравномерно, пульсационно, в связи с изменяющимися тектоническими условиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Коробов А. Д., Коробова Л. А., Ахлестина Е. Ф. (2008) Минеральные ассоциации продуктов гидротермального изменения - ключ к пониманию возникновения зон разуплотнения и фазовой зональности углеводородов (на примере Западной Сибири). *Изв. Саратов. университета*, 8(1), 42-49.
- Коробов А.Д., Коробова Л.А., Колотухин А.Т., Мухин В.М., Гордина Р.И. (2013) Об участии рассолов в гидротермальной альбитизации, сопровождающей формирование продуктивных коллекторов чехла (Западная Сибирь). *Известия Саратовского ун-та*, 13(2), 61-68.
- Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н. (2004) Условия образования и эволюции цеолитов в осадочном чехле земной коры. *Изв. высших учебных заведений. Геология и разведка*, 4, 19-24.
- Нестеров И.И. (1984) Структурная схема районирования чехла Западно-Сибирской плиты по подошве Юрско-Кайнозойского плитного комплекса, масштаб: 1 : 500 000. URL <http://neotec.ginras.ru>
- Поднебесных А. В. (2014) Проблемы диагностики цео-

- литов и влияние их наличия на разработку продуктивных отложений Мессояхской группы месторождений. *Изв. Томского политехн. ун-та*, **324**(1), 137-145.
- Поднебесных А.В., Овчинников В.А. (2015) Основные типы вторичных изменений пород-коллекторов осадочного чехла Западно-Сибирской плиты. *Вестн. Томского гос. ун-та*, **400**, 393-403.
- Предтеченская Е.А., Шиганова О.В., Фомичев А.С. (2009) Катагенетические и гидрохимические аномалии в нижне-среднеюрских нефтегазоносных отложениях Западной Сибири как индикаторы флюидодинамических процессов в зонах дизъюнктивных нарушений. *Литосфера*, (6), 54-65.
- Решения 5-ого Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины, принятым МРСС-90. (1991) Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 54 с.
- Титов Ю.В. (2014) Цеолитовая минерализация в меловых отложениях Большехетской впадины на севере Западной Сибири (на примере пласта БТ₈ Пякхинского месторождения. *Ежего ник-2013. Тр. ИГГ УрО РАН*, **161**, 120-123.
- Шиманский В. В. (2013) Постседиментационные изменения пород-коллекторов: Учеб. пособие. Ухта: УГТУ, 59 с.
- Юдович Я. Э., Кетрис М. П. (2008) Минеральные индикаторы литогенеза. Сыктывкар: Геопринт, 564 с.
- Япаскерт О.В. (2008) Генетическая минералогия и стадийный анализ процессов осадочного породо- и рудообразования. Учеб. пособие. М.: ЭСЛАН, 356 с.
- Япаскерт О.В. (2013) Литология. Разделы теории. В двух частях. Ч. I: Процессы и факторы эпигенезиса горных пород: диагностика и системный анализ. Учеб. пособие. М.: МАКС Пресс, 216 с.
- Япаскерт О.В., Горбачев В.И. (1997) Литогенетические факторы формирования глубинной пористости отложений палеодельта (в низах разреза Тюменской скважины). *Докл. АН*, **353**(2), 241-245.
- formation of productive reservoirs of the cover (Western Siberia). *Izv. Saratov Univ.*, 13 (2), 61-68. (In Russian)
- Kotelnikov D.D., Zinchuk N.N. (2004) Conditions for the formation and evolution of zeolites in the sedimentary cover of the earth's crust. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Geology and Exploration*, (4), 19-24. (In Russian)
- Nesterov I.I. (1984) Structural scheme of zoning of the cover of the West Siberian plate on the sole of the Jurassic-Cenozoic plate complex, scale: 1 : 500 000 URL <http://neotec.ginras.ru>
- Podnebesnyh A.V. (2014) The problems of diagnostics of the zeolite and the influence of their presence on the productive deposits working of the Messoyakha group of deposits. *Izv. Tomsk Polytechnic Univ.*, **324**(1), 137-145. (In Russian)
- Podnebesnyh A.V., Ovchinnikov V.A. The main types of secondary changes in the sedimentary rocks-collectors of the West Siberian Plate. *Vestn. Tomsk State Univ.*, **400**, 393-403. (In Russian)
- Predtechenskaya E.A., Shiganova O.V., Fomichev A.S. (2009) Catagenetic and hydrochemical anomalies in Lower-Middle Jurassic oil and gas bearing deposits in West Siberia as indicators of fluid-dynamic processes in the zones of disjunctive disturbances. *Lithosfera*, (6), 54-65. (In Russian)
- Decisions of the 5th Interdepartmental regional stratigraphic meeting on Mesozoic deposits of the West Siberian plain, adopted by MRSS-90. (1991) Tyumen: Zapsibnig-ni Publ., 54 p. (In Russian)
- Shimansky V. V. (2013) *Postsedimentacionnye izmeneniya porod-kollektorov* [Post-Sedimentation changes of reservoir rocks]. Ukhta: USTU Publ., 59 p. (In Russian)
- Yudovich Ya. E., Ketris M. P. (2008) *Mineral'nye indikatory litogeneza* [Mineral indicators of lithogenesis]. Syktivkar: Geoprint Publ., 564 p. (In Russian)
- Yapaskurt O.V. (2008) *Geneticheskaya mineralogiya i stadiyal'nyi analiz processov osadochnogo porodo- i rudobrazovaniya* [Genetic Mineralogy and stage analysis of sedimentary rock and ore formation processes]. Textbook. Moscow: ESLAN Publ., 356 p. (In Russian)
- Yapaskurt O.V. (2013) *Litologiya. Razdely teorii. V 2 chastyah. Ch. I. Processy i faktory epigenezisa gornyh porod: diagnostika i sistemnyi analiz* [Lithology. Theory sections: in two parts. Pt I. Processes and factors of rock epigenesis: diagnostics and system analysis]. Moscow: MAX Press Publ., 216 p. (In Russian)
- Yapaskurt O.V., Gorbachev V.I. (1997) Lithogenetic factors in the formation of deep porosity of sediments paleodelta (in the lower parts of the section Tyumen wells). *Docl. Akad. Nauk*, **353**(2), 241-245. (In Russian)

REFERENCES