

# Эпигенетические (постседиментационные) преобразования в осадочных породах малохетской свиты нижнего мела на территории Красноярского края

К.А. Галинский, Е.Н. Фуникова

Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, Россия

Поступила в редакцию 11.11.2015

В данной работе рассматривается преобразование обломков в осадочных породах малохетской свиты нижнего мела (Красноярский край), которое связано с неустойчивостью различных минералов во всё более изменяющихся термодинамических условиях пластов. Авторами выявлено, что эти изменения могут быть обусловлены внутрислойным растворением, замещением, пластической деформацией, катаклизмом или регенерацией. Как правило, этим процессам подвержены неустойчивые минералы, испытывающие внутрислойное изменение. Такие изменения рассмотрены на примере кварца, слюд, полевых шпатов и темноцветных минералов. Особенности эпигенетических преобразований наложили отпечаток в сторону сокращения порового пространства и ухудшения сообщаемости пор, что ухудшает коллекторские свойства. Установленные закономерности в значительной степени упрощают решения теоретических задач о сложных взаимоотношениях в природных системах.

**Ключевые слова:** эпигенез, постседиментационные преобразования, малохетская свита, породообразующие минералы, вторичные изменения, поровое пространство, регенерация, внутрислойное растворение

DOI: 10.18599/grs.18.1.5

## Введение

Минералогический состав отложений малохетской свиты целесообразно исследовать в пределах одной площади. Изучение минерального состава свиты и выявление эпигенетических преобразований производилось в пределах Тагульской площади. Тагульское нефтяное месторождение в географическом отношении расположено на севере Красноярского края, за Полярным кругом, на расстоянии 1700 км от г. Красноярск. Месторождение приурочено к Большехетскому нефтегазоносному району Пур-Тазовской нефтегазоносной области (НГО) (Файбусович, Брадучан, 2010).

Малохетская свита ( $K_1mh$ ) согласно залегает на сухудинской свите. Для неё характерны преимущественно отложения подводной равнины дельтового комплекса (мелководные условия) – слаболитифицированные песчаники и алевролиты от темно-серого до практически белого цвета, содержащие линзы и прослои известковых разностей пород (до известняков), включения обугленных растительных остатков и обломков углей (Файбусович, Брадучан, 2010) (Рис. 1).

Условия постседиментационных преобразований в таких породах характеризуются неравномерной регенерацией и частичным выщелачиванием, при этом пористость и проницаемость отложений малохетской свиты, несомненно, ухудшается. В составе глинистого и карбонатно-глинистого цемента появляются процессы каолинизации, может образовываться цемент нарастания.

Остатки микро- и макрофауны в отложениях свиты не обнаружены. Раннеготеривский-раннеаптский возраст свиты принят на основании споро-пыльцевого комплекса.

Мощность свиты достигает 146 м (Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003).

В разрезе малохетской свиты ( $K_1mh$ ) выделяются пласты Мх-III, Мх-II, Мх-I (Рис. 1). К подошве малохетской свиты приурочен отражающий горизонт I<sup>р</sup> (Рис. 1). В нефтегазоносном отношении особый интерес представляет пласт Мх-III, который на полную мощность в пределах Тагульской площади вскрыт в 5 скважинах. Толщина песчаников пласта варьирует от 41,2 м до 71,0 м. Пласт литологически однороден, песчаность составляет 0,789 (Закономерности изменения фильтрационно-емкостных свойств..., 1986).

Пласты малохетской свиты ( $K_1mh$ ) объединяются в *малохетский продуктивный уровень* ( $K_1mh$ ), преимущественно песчаный. Он генетически связан с отложениями подводной дельтовой равнины (осадки фронты дельты). Терригенный материал по бороздинам (подводное продолжение дельтового канала) выносился в прибрежную часть моря. В результате деятельности морских волн образовавшиеся осадки подвергались частичному размыву и переотложению и скапливались вдоль внешнего края подводной равнины.

Пласт	№ скв.	Интервал отбора керна, абсолютные отметки, м	Литология	К пористости, %		Водо- насыщ., %	Карбонат- ность, %
				открытой	полной		
Мх-III	Тгл-4	<u>2060-2083,5</u> 1977,3-2000,8	песчаник	18,7	19,1	31,4	13
	Тгл-13	<u>2086-2100</u> 2010,7-2024,7	песчаник	13,1*	13,6*	25,2*	19,7*

Табл. 1. Сведения о литолого-физических свойствах пород продуктивного пласта Мх-III Тагульской площади. \*- после экстракции.

### Физико-литологическая характеристика изученных отложений

Основные литофизические свойства пород продуктивного пласта Мх-III отражены в табл. 1.

Пласт-коллектор Мх-III сложен мелко-среднезернистыми песчаниками и алевропесчаниками светло-серого до почти белого цвета. Порода слаболитифицирована, до песка, содержит прослои крепких известковых песчаников до известняков.

Песчанность пласта составляет 0,568-0,916, среднее значение 0,79, среднее значение расчлененности – 8.

Открытая пористость по керну, определенная в скважине Тгл-4, изменяется в пределах 6,5-25,8 %, проницаемость – 0,06-365,5x10<sup>-3</sup> мкм<sup>2</sup>, остаточная водонасыщенность – 18,5-56,6 %. Пористость по ГИС изменяется в пределах 14,6-28,0 %, составляя в среднем – 20,5 %.

Покрышкой служат вышележащие алевритовые и алевропелитовые отложения маршевого типа.

### Седиментогенез отложений малохетской свиты (пласт Мх-III) и литолого-петрографическая характеристика пород

Пласты малохетской свиты сложены мелко-среднезернистыми песчаниками и алевропесчаниками от светло-серого до почти белого цвета. Порода слабо литифицирована, до песка, содержит прослои крепких известковых песчаников до известняков. Текстура ориентированно-слоистая, со слабо выраженным послойным распределением аксессуаров. Встречается кварц с редкими воздушно-капельными включениями пелитовой размерности, со следами неравномерной регенерации; полевые шпаты – калиевые разности и плагиоклазы различной степени изменённости, но при этом довольно часто встречаются в значительной степени выщелоченные разности (Рис. 2).

При изучении вопроса седиментогенеза образований малохетской свиты можно сделать следующие выводы.

- С точки зрения петрографической характеристики, изученные интервалы представлены двумя типами пород – алевролитом и песчаником, в различной степени преобразованными.

- По минералогическому составу исследованные породы – полевошпатово-кварцевые.



Рис. 2. Фото шлифа № 15485-08. Вид – при скрещенных николях, увеличение 100X, интервал отбора 2050,0-2060,0 м, место взятия 1,87 м. Малохетская свита, пласт Мх-III, скв. Тгл-4.

Эратема	Система	Отдел	Ярус	Свита	Литология	Продуктивные пласты	УВ насыщение	Отражающие горизонты	Литологическое описание	
										Меловая
Мезозойская	Q	Верхний	Маастрихт K <sub>2m</sub>	Тананская K <sub>2n</sub>					Пески, супеси, суглинки, галька, гравий, валуны	
			Кампан K <sub>2k</sub>	Сампаданская K <sub>2s</sub>					Глины и алевриты мелководного шельфа	
			Сантон K <sub>2s</sub>	Наролевская K <sub>2ns</sub>					Ритмичное чередование песков, алевритов, глин, суглинков (приливно-отливная равнина)	
			Турон K <sub>2t</sub>	Дорожковская K <sub>2dr</sub>					Глины мелководного шельфа	
			Сеноман K <sub>2s</sub>	Долганская K <sub>1-2dl</sub>					Пески, песчаники с прослоями алевролитов и глин (прибрежно-морские аванделтовские фации)	
			Апт-альб K <sub>1 ар-ал</sub>	Яловлевская K <sub>1jak</sub>					Переслаивание аргиллитов, песчаников с прослоями алевролитов и углей (надводная аванделтовская равнина, русловые)	
			Готтеривбаррем K <sub>1g-br</sub>	Малохетская K <sub>1mch</sub>					Песчаники, пески, алевролиты и глины дельтовых фаций	
			Валаанжин K <sub>1v</sub>	Суходудинская K <sub>1sd</sub>					Переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов (подводная дельтовая равнина)	
		Нижний	Берриас K <sub>1b</sub>	Нижнехетская K <sub>1nch</sub>						Алевролиты и аргиллиты, песчаники (прибрежно-морские, дельтовые)
			Кимеридж-волфский J <sub>3kmw</sub>	Нижнехетская K <sub>1nch</sub>						Аргиллиты с прослоями алевролитов (морские)
			Оксфорд J <sub>3o</sub>	Сиговская J <sub>3sg</sub>						Алевролиты, песчаники штормовых волн и течений
			Келповей J <sub>2k</sub>	Точинская J <sub>2-3tc</sub>						Аргиллиты мелководного шельфа
			Бат J <sub>2bt</sub>	Малышевская J <sub>2ml</sub>						Переслаивание песчаников и алевролитов приливно-отливных равнин и лагун
			Байос J <sub>2b</sub>	Левоньевская J <sub>2ln</sub>						Аргиллиты и алевролиты мелководного шельфа
			Ален-байос J <sub>2a2-b1</sub>	Вымская J <sub>2vm</sub>						Переслаивание песчаников алевролитов, аргиллитов приливно-отливных равнин
			J <sub>1t2-J<sub>2a</sub></sub>	Лайдинская J <sub>1-2ld</sub>						Аргиллиты, алевролиты мелководного шельфа
			Плинсбах J <sub>1pt2</sub>	Джангод-ская J <sub>1dj</sub>						Алевролиты и песчаники приливно-отливных равнин с редкими прослоями аргиллитов
			Плинсбах J <sub>1p-2</sub>	Левинская J <sub>1lv</sub>						Аргиллиты, алевролиты мелководного шельфа
Геттанг-плинсбах J <sub>1h-p1-2</sub>	Зимняя J <sub>1zm</sub>						Алевролиты, аргиллиты и песчаники с прослоями конгломератов (аллювиальные фации)			

Рис. 1. Сводный разрез (литологическая колонка) юрских и меловых отложений Тагульского месторождения (Сакс, Ронкина, 1957). 1 – глина, 2 – алевролит глинистый, 3 – песчаник, 4 – алевролит, 5 – аргиллит, 6 – уголь, 7 – газ, 8 – нефть.



- Для большинства исследованных образцов характерно сочетание нескольких разновидностей цемента. Однако, количественные их соотношения изменчивы, обычно доминирует глинистый или кварцевый цемент.

### Эпигенез образований малохетской свиты (постседиментационные преобразования пород)

Известно, что наряду с литологическими признаками эпигенетические преобразования пород в значительной степени определяют характер распространения пород-коллекторов и опосредованно влияют на формирование литологических ловушек (Фролов, 1992). Поэтому помимо изучения петрографического состава пород, были рассмотрены и вторичные процессы исследуемых объектов.

#### Изменения породообразующих минералов

Преобразование обломков в породах малохетской свиты связано с неустойчивостью различных минералов во все более изменяющихся термодинамических условиях пластов. Разнообразные изменения обусловлены внутрислойным растворением, замещением, пластической деформацией, катаклизмом, регенерацией, спаиванием и растворением под давлением. К неустойчивым минералам, испытывающим внутрислойное изменение, относятся кварц, слюды, полевые шпаты и темноцветные минералы.

#### Кварц

Кварц является одним из самых распространенных минералов осадочных пород, хотя до сих пор он недостаточно используется для оценки эпигенетических преобразований.

Схематично судьба обломочного кварца в осадочном процессе выглядит следующим образом. В породах выветривания и почвах кварц подвергается как коррозии, так и регенерации. В ходе катагенеза происходят изменение его размеров и различные виды обработки его поверхности. Сквозным процессом для кварца при эпигенезе является его регенерация, которая может реализоваться на любой стадии преобразования заключающих его пород (диагенеза, катагенеза и др.) и сопровождаться образованием в конечном итоге дипирамидально-призматических его зерен (Фролов, 1995).

Кварц песчаных пород является чутким индикатором

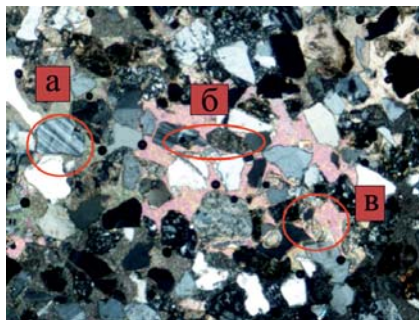


Рис. 3. Песчаник мелкозернистый аркозовый с базально-поровым равномерным карбонатным цементом. Вид – при скрещенных николях, увеличение 100X, обр. 15551-08, инт. 2073-2080 м, место взятия 0,29 м. Малохетская свита, пласт Мх-III, скв. Тгл-4, а – регенерация зерен кварца б – коррозия и регенерация кварца, в – растворение и коррозия полевых шпатов.



Рис. 4. Песчаник мелкозернистый аркозовый с базально-поровым равномерным карбонатным цементом. Вид – при скрещенных николях, увеличение 100X, обр. 15620-08, инт. инт. 2073-2080, место взятия 1,58 м, Малохетская свита, пласт Мх-III, скв. Тгл-4, биотит на ранней стадии аморфизации.

перехода от катагенеза к метагенезу и от последнего к метаморфизму. Начальный бластез обломочного кварца свидетельствует о начале метагенеза, а появление полнобластических структур – о переходе к региональному началу метаморфизму.

Динамику процесса изменения кварца по мере усиления интенсивности эпигенетических преобразований отражают несколько идущих последовательно друг за другом явлений, сопровождаемых формированием до четырех – пяти петрографо-генетических типов кварца. Вслед за появлением локально регенерированного кварца идет развитие многозональных аутогенных кварцевых каем, нередко достигающих одной трети первоначальной величины обломочных зерен, вследствие развития массы, неоднократно возобновляемой. Возникающие при этом новообразования микроструктурны (Рис. 3).

Усиление степени преобразования сопровождается развитием процессов направленной коррозии (Рис. 3). Последующие преобразования кварца, обычно связанные с дальнейшим усилением стрессовых деформаций, способствуют развитию грануляционных и рекристаллизационных процессов, захватывающих порфириобласты вначале с периферии, а затем и целиком.

#### Полевые шпаты

Известны новообразования полевых шпатов разного состава: ортоклаз, микроклин, альбит и олигоклаз.

Полевые шпаты преобразуются преимущественно в каолинит. Начальные этапы изменения полевых шпатов хорошо проявляются в песчаниках с карбонатным цементом. Вначале обломки разбиваются на прямоугольные блоки. На второй стадии появляются овальные пятна, сложенные каолинитом. Позже целостность обломка полевого шпата нарушается, и каолинит появляется в порах. Развитие процесса все более усиливается, обломки исчезают, и каолинит начинает занимать значительную часть пор. По обломкам эффузивов развиваются хлорит и лейкоксен.

В породах с первично-глинистым цементом местами отмечается выщелачивание кварца, иногда контактирующие зерна кварца спаяны. В породах со вторичным цементом наблюдается незначительное замещение полевого шпата и мусковита хлоритом, а кварца и хлорита – каолинитом.

#### Слюды (биотит, мусковит)

В обломочных породах первичный обломочный биотит заметно трансформируется, начиная с раннего катагенеза. В породах этой стадии присутствует, как правило, биотит различной степени преобразования: от неизменного до полностью преобразованного (Рис. 4).

Другую линию преобразования биотита составляет его хлоритизация, захватывающая периферические участки его зерен или развивающаяся на месте колломорфных сгустков. Новообразованный хлорит первоначально имеет буроватую окраску, затем перекристаллизовывается в бледно-зеленый хлорит.

Усиление степени постседиментационного преобразования сопровождается мусковитизацией и образованием чередующихся пакетов хлорита и мусковита.

На более поздних этапах преобразования (после диагенеза) биотит разбухает, расщепляется на волокна и попарно преобразуется в разнообразные комбинации глинистых минералов; нередко между пакетами или волокнами концентрируются скопления лейкоксена, окислов железа, карбонатов и реже опала. Мусковит гидратируется, в торцах пластинок расщепляется и местами переходит в каолинит. Наиболее интенсивно слюды изменены в песчаниках и меньше в алевролитах.

### Выводы

Рассмотренные выше изменения приводят к заполнению поровых пространств вторичными минералами или сближению зерен. Как видно из изложенного, распад обломочных минералов приводит к формированию целого ряда новообразований. Так, за счет полевых шпатов и слюд формируются каолинит, гидрослюды, хлорит, монтмориллонит. При этом выносятся избыточные Na, K, Ca, Fe, Ti, Si. Растворение под давлением также приводит к выносу Si и Na.

Особенности эпигенетических преобразований наложили отпечаток в сторону сокращения порового пространства и ухудшения сообщаемости пор.

Всё это несомненно ухудшает коллекторские свойства.

Таким образом, установленные закономерности в значительной степени упрощают решения теоретических задач о сложных взаимоотношениях в природных системах.

### Литература

Закономерности изменения фильтрационно-емкостных свойств осадочных пород в типовых разрезах Западной Сибири. Под ред. Ирбэ Н.А. ЗапСибВНИИгеофизика. 1986. 309 с.

Сакс В.Н., Ронкина З.З. Юрские и меловые отложения Усть-Енисейской впадины. М: Госгеоллиздат. 1957. 232 с.

Файбусович Э.Я., Брадучан Ю.В. Легенда Западно-Сибирской серии листов Госгеолкарты-1000/3. 2010.

Фролов В.Т. Литология. Кн.1. М: Изд-во МГУ. 1992. 336 с.

Фролов В.Т. Литология. Кн.3. М: Изд-во МГУ. 1995. 352 с.

**Для цитирования:** Галинский К.А., Фуникова Е.Н. Эпигенетические (постседиментационные) преобразования в осадочных породах малохетской свиты нижнего мела на территории Красноярского края. *Георесурсы*. 2016. Т. 18. № 1. С. 29-32. DOI: 10.18599/grs.18.1.5

### Сведения об авторах

*Кирилл Александрович Галинский* – ассистент кафедры геологии месторождений нефти и газа, аспирант  
Тел: +7(3452)22-97-08, e-mail: galinsky@crru.ru

*Екатерина Николаевна Фуникова* – ассистент кафедры геологии месторождений нефти и газа, аспирант  
Тел: +7(922)484-69-37, e-mail: katya\_funikova@mail.ru

Тюменский государственный нефтегазовый университет, Институт геологии и нефтегазодобычи  
Россия, Тюмень, ул. Володарского, д. 38

## Epigenetic (Postsedimentary) Transformations in Sedimentary Rocks of the Lower Cretaceous Malokhetskian Formation in the Krasnoyarsk Territory

*K.A. Galinskiy, E.N. Funikova*

*Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, Russia*

*Received November 11, 2015*

**Abstract.** In this paper we consider transformation of sedimentary rocks of the Lower Cretaceous Malokhetskian formation (Krasnoyarsk Territory), which is associated with the instability of various minerals in an increasingly changing thermodynamic conditions. We found that these changes may be due to interlaminar dissolution, replacement, plastic deformation, cataclase or regeneration. Typically unstable minerals experiencing interlaminar changes are subject to these processes. Such changes are considered on the example of quartz, mica, feldspar and mafic minerals. Epigenetic changes have left their mark in the direction of reducing the pore space and deteriorating pore connectivity that degrades reservoir properties. Identified regularities greatly simplify solutions of theoretical problems about the complex relationships in natural systems.

**Keywords:** Epigenesis, postsedimentary conversion, deposit, Malokhetskian formation, rock-forming minerals, secondary changes, pore space, regeneration, interlaminar dissolution

### References

Faybusovich E.Ya., Braduchan Yu.V. Legenda Zapadno-Sibirskoy serii listov Gosgeolkarty-1000/3 [Legend of the West Siberian series of state geological map-1000/3]. 2010.

Frolov V.T. Litologiya [Lithology]. B. 1. Moscow: MGU Publ. 1992. 336 p.

Frolov V.T. Litologiya [Lithology]. B. 3. Moscow: MGU Publ. 1995. 352 p.

Saks V.N., Ronkina Z.Z. Yurskie i melovye otlozheniya Ust'-Eнисейской vpadiny [Jurassic and Cretaceous sediments of the Ust-Yenisei basin]. Moscow: Gosgeolizdat Publ. 1957. 232 p.

Zakonomenosti izmeneniya fil'tratsionno-емkostnykh svoystv osadochnykh porod v tipovykh razrezakh Zapadnoy Sibiri [Regularities of reservoir properties variations of sedimentary rocks in typical sections of Western Siberia]. Ed. Irbe N.A. ZapSibVNIИgeofizika. 1986. 309 p.

**For citation:** Galinskiy K.A., Funikova E.N. Epigenetic (Postsedimentary) Transformations in Sedimentary Rocks of the Lower Cretaceous Malokhetskian Formation in the Krasnoyarsk Territory. *Georesursy* [Georesources]. 2016. V. 18. No. 1. Pp. 29-32. DOI: 10.18599/grs.18.1.5

### Information about authors

*Kirill A. Galinskiy* – Assistant of the Department of Oil and Gas Fields Geology, PhD student

Phone: +7(3452)22-97-08, e-mail: galinsky@crru.ru

*Ekaterina N. Funikova* – Assistant of the Department of Oil and Gas Fields Geology, PhD student

Phone: +7(922)484-69-37, e-mail: katya\_funikova@mail.ru

Tyumen State Oil and Gas University  
Russia, Tyumen, Volodarskogo str. 38