

УДК 552.578.061.4:551.735(470.53)

Губин С.А.Филиал ООО "ЛУКОЙЛ-Инжиниринг" «ПермНИПИнефть» в г. Перми, Пермь, Россия, sgubin@permnipineft.com**Исаева Г.А., Осовецкий Б.М.**ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия, galina-pgu@yandex.ru, opal@psu.ru

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КОКУЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ

Представлены результаты гранулометрических, кристаллооптических, рентгеноструктурных и микрозондовых исследований башкирских карбонатных и визейских терригенных пород-коллекторов Пермского края. На основании полученных данных в пределах изученных интервалов выделены неоднородные по структуре, минеральному составу и фильтрационно-емкостным параметрам отложений участки; в терригенных отложениях установлено наличие нескольких типов цементирующего вещества. Отмечено влияние минералогического состава на коллекторские свойства пород.

***Ключевые слова:** терригенные и карбонатные отложения, минеральный состав, глинистые минералы, фильтрационно-емкостные свойства, кольматация.*

Введение

В 2013 г. Пермским государственным национальным исследовательским университетом и Филиалом ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» в г. Перми были проведены работы по изучению вещественного состава карбонатных и терригенных отложений Кокуйского месторождения углеводородов. Объектом исследования являлись карбонатные породы продуктивного башкирского пласта среднего отдела каменноугольной системы и обломочные отложения тульского и бобриковского пластов нижнего отдела карбона.

Характеристика вещественного состава продуктивных отложений выполнена с выявления компонентов, способных оказать влияние на фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) в процессе разработки и лабораторных исследованиях. Использован комплекс физических методов исследований: гранулометрический, рентгенофазовый и микрозондовый анализы. Предварительная диагностика пород проведена на основе макроскопического описания керна и минералого-петрографического изучения шлифов.

Способность некоторых минералов влиять на ФЕС пород давно известна. В частности, наличие карбоната магния в продуктивных пластах, хотя и не всегда, отражается на их фильтрационно-емкостных свойствах. Увеличение объема пустотного пространства связано с катагенетическим преобразованием кальцита в доломит и сокращением размера элементарной ячейки кристаллов.

Влияние цеолитов заключается в изменении кристаллической структуры, связанном с потерей кристаллизационной воды в поверхностных условиях. Так, в отложениях пласта БТ₆₋₈ Заполярного месторождения присутствует в качестве цементирующего компонента ломонтит ($\text{Ca}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$). Его содержание в связующей матрице достигает 64%. При утрате 1/8 части кристаллизационной воды происходит сокращение объема цемента и увеличение порового пространства. При этом величина пористости, измеренная методом насыщения водой и керосином, отличается на 3% [Качинская, Крымова, 2013].

Наличие сульфатов осложняет лабораторные исследования образцов вследствие их растворения при насыщении образцов моделью пластовой воды.

Большое значение при проектировании мероприятий по разработке месторождений придается глинистой составляющей цемента, поскольку дисперсные слоистые силикаты являются активными коагулирующими агентами [Михайлов, 1996]. Их структурные особенности и способность увеличиваться в объеме при взаимодействии с водой приводят к сокращению порового объема.

При изучении условий осадконакопления и литогенеза в целом глинистые минералы могут играть роль индикатора тех или иных фациальных обстановок и условий формирования пласта [Котельников, Конюхов, 1986].

В рамках данной работы выполнены комплексные исследования кернового материала в следующих объемах. По башкирскому карбонатному пласту рентгеноструктурным методом изучено всего 13 образцов, 5 из них подверглись детальному изучению глинистой фракции. Терригенные породы изучены с помощью лабораторных исследований 24 образцов: 10 представляют бобриковский пласт и 14 - тульский. При этом по всем образцам выполнены гранулометрические анализы и дифрактометрические исследования. Из 9 образцов выделена и исследована глинистая фракция. Изготовлено 8 шлифов, по которым выполнено литологическое микроописание и микронзондовые анализы цементирующего вещества.

Методика исследований

Структура терригенных пород изучалась с помощью гранулометрического анализа. Проба терригенной породы, раздробленная в щековой дробилке до размера зерен 1 мм, подвергалась отмучиванию. Глинистая фракция (частицы размером менее 0,01 мм) выделялась седиментационным способом (по методу Сабанина). Взмученная в воде суспензия осаждалась в течение 9 минут, затем верхний слой толщиной 5 см сливался в емкость. Операция повторялась до полного удаления глинистой части. Пробы для детального рентгеноструктурного анализа отстаивались в течение суток. Расчет содержания глинистой

фракции проводился по разнице между массами исходной навески и высушенной отмученной части.

Далее проводился рассев на стандартном наборе сит с размерами ячеек (в мм) 1; 0,5; 0,25; 0,1. Крупные фракции контролировались под бинокулярным микроскопом и в случае обнаружения сростков подвергались повторному дроблению с целью максимальной дезинтеграции материала и достижения истинных размеров частиц породы.

Для определения валового минерального состава пород применялся *рентгенофазовый анализ*. Навеска пробы, предварительно истертая до состояния порошка с размером частиц около 10 мкм, помещалась в специальную кювету. Съемка дифрактограммы производилась при следующих условиях: расходящаяся щель 0,1 мм, щели Соллера – первичная $2,5^\circ$, вторичная $2,5^\circ$; угловой диапазон от 5 до $70^\circ 2\theta$; скорость набора импульсов в каждой точке 1,0 с; шаг сканирования – $0,02^\circ$.

Для исследования состава глинистой составляющей пород карбонатные пробы подвергались разложению в 10%-ном растворе уксусной кислоты. Нерастворимое органическое вещество удалялось обработкой 10%-ным раствором перекиси водорода, затем проба промывалась водой и высушивалась при комнатной температуре [Франк-Каменецкий, 1983]. Определялась масса полученного нерастворимого остатка. Детальное изучение глинистой компоненты терригенных отложений производилось по навескам, полученным в результате отмучивания. Съемка дифрактограмм нерастворимых остатков и глинистой фракции осуществлялась при тех же условиях, что и для валового анализа проб. Полученные кривые использовались для количественного определения компонентов глинистой составляющей пород.

Ориентированные препараты изготавливались путем осаждения в водной среде на предметные стекла. Полученные кривые от воздушно-сухих, насыщенных глицерином, прокаленных при температуре 600°C и обработанных теплой соляной кислотой в течение трех часов, ориентированных препаратов применялись для качественного анализа глинистых минералов [Рентгенографический количественный..., 1999].

Микронзондовый анализ использован для определения минерального и химического состава цементирующей массы терригенных пород коллекторов. Для этих целей обычно микронзондовый анализ не применяется. Тонкозернистый состав цемента приводит к тому, что данные микронзондового анализа характеризуют присутствие нескольких разнородных минеральных компонентов. Невозможность установить микронзондовым анализом присутствие воды и гидроксила, которые весьма характерны для цементирующего вещества (глинистого, железистого, фосфатного, кремниевое, марганцевого, органического и др.),

существенно затрудняет интерпретацию данных. Известно, что в составе цементирующей массы нефтяных коллекторов нередко значительную долю составляет карбонатное, углистое и битуминозное вещество. Однако напыление шлифа углеродом делает невозможным определение содержания углерода. Кроме того, невозможность различения валентности железа и марганца также не позволяет правильно интерпретировать информацию. Тем не менее, в ограниченных целях и при благоприятном для интерпретации данных составе цемента результаты микрозондового анализа цемента могут быть весьма полезными.

Вещественный состав карбонатных отложений

На основе данных рентгеноструктурного анализа изученный разрез карбонатных отложений Кокуйского месторождения может быть расчленен на две пачки. *Верхняя пачка* (глубина от 1228 до 1235 м) характеризуется довольно чистыми известняками с прослоями кремнеземных разностей (табл. 1). Из прочих минералов в небольшом количестве присутствуют полевые шпаты (ортоклаз). Среднее содержание в породах пачки каркасных силикатов (кварц, ортоклаз, плагиоклазы) составляет 9%, глинистых минералов – около 1%. В отдельных прослоях доля глинистого вещества несколько возрастает (до 4%), оно представлено каолинитом или преимущественно хлоритами.

Таблица 1

Минеральный состав карбонатных пород, мас. %

Глубина, м	Кальцит	Кварц	Ортоклаз	Плагиоклазы	Пирит	Хлорит	ИМ СО	Каолинит	Сумма глинистых минералов
1229,17	94	3	0	0	0	2	1	0	3
1231,57	89	11	0	0	0	0	0	0	0
1235,93	37	4	39	0	0	0	20	0	20
1237,40	98	2	0	0	0	0	0	0	0
1237,80	85	13	0	0	0	0	3	0	3
1239,05	9	19	2	6	2	0	61	1	62

Примечание: ИМ СО – иллит-монтмориллонитовое смешанослойное образование здесь и далее.

Нижняя пачка (интервал 1235,0-1239,7 м) представлена гетерогенными по составу карбонатными отложениями с прослоями практически чистого известняка (глубина 1237,4 м) и глины (глубина 1239,05 м). В данной пачке присутствуют разности карбонатных пород сложного минерального состава: кварцево-полевошпатовые мергели (1235,93 м), кремнеземные известняки (1237,8 м) и кремнеземные известняки с прослоями глин (1239,52 м). Прослой глины в кремнеземных известняках на глубине более 1239 м имеют толщину до 2 см. Особенностью этих пород является также слабая пиритизация и появление сульфатов. В составе глинистых прослоев преобладают зеленовато-серые иллит-монтмориллонитовые смешанослойные

образования, в которых доля разбухающих слоев оценивается в 5-10%. Среднее содержание каркасных силикатов в породах нижней пачки возрастает до 20%, а глинистой части – до 21%.

Существенное литологическое различие пород верхней и нижней пачек, обусловленное изменением фациальных условий осадконакопления, подтверждается и детализируется данными по составу нерастворимого остатка (табл. 2). Несмотря на небольшое содержание глинистого вещества в составе цемента, в верхней части башкирского пласта диагностировано присутствие хлорит-монтроиллонитового смешанослойного образования с содержанием разбухающих слоев порядка 50-60%.

Таблица 2

Минеральный состав нерастворимых остатков карбонатных пород, мас. %

Глубина, м	Кальцит	Кварц	Ортоклаз	ХМ СО	ИМ СО	Сумма
1229,17	0	2	0	2	4	8
1236,21	10	3	25	0	27	65

Примечание: ХМ СО – хлорит-монтмориллонитовое смешанослойное образование.

Заметное различие вещественного состава пород верхней и нижней пачек сопровождается неоднородным распределением углеводородов и обуславливает соответствующие изменения фильтрационно-емкостных свойств. В частности, нижняя пачка отличается от верхней более интенсивным насыщением углеводородами и повышенными значениями пористости (соответственно 8,4 и 4,0%) и проницаемости (4,66 и 0,38 мД). Таким образом, нижняя пачка характеризуется более высокими коллекторскими свойствами, что обусловлено иными фациальными условиями осадконакопления и постседиментационными процессами диагенеза и катагенеза. В частности, осадки верхней части разреза являются более глубоководными образованиями морского бассейна, в то время как нижняя часть формировалась в мелководных и нестабильных во времени обстановках.

Детальное изучение вещественного состава карбонатных пород позволяет установить причины столь заметного изменения их коллекторских свойств по разрезу. Полученные данные указывают на то, что гетерогенность пород нижней части разреза, повышенное содержание в них кварца, полевых шпатов и глинистых минералов, несомненно, сопровождаются изменением структуры и текстуры (пористости, трещиноватости, слоистости и т.д.).

Вещественный состав терригенных отложений

Породы *тульского* горизонта (интервал 1972,0-2002,6 м) представлены толщей массивных слюдястых полевошпат-кварцевых и кварцевых аргиллитов с прослоями алевролитов и кремнелых известняков. В целом разрез горизонта отличается отчетливо выраженной слоистой текстурой с чередованием слоев разного вещественного состава, мощность которых меняется от долей метра до 5 м.

Породы *бобриковского* горизонта (2013,7-2036,5 м) сложены в основном монотонной толщей кварцевых песчаников, однако в нижней части разреза в ней появляются прослой аргиллита мощностью до 0,45 м (2036,35 м) и слюдясто-кварцевых алевропелитов (2033,84 и 2034,87 м).

Результаты гранулометрического анализа, представленные на диаграмме Шепарда [Shepard, 1954], подтверждают существенное различие литологического состава отложений данных горизонтов. В частности, на диаграмме отчетливо выделяются два основных литотипа пород, образующих обособленные поля рассеяния фигуративных точек (рис. 1): 1) глинистый песчаник и алевритовый песчаник с прослоями песчано-алевролитового аргиллита (бобриковский горизонт) и 2) аргиллит и песчаный аргиллит (тульский горизонт).

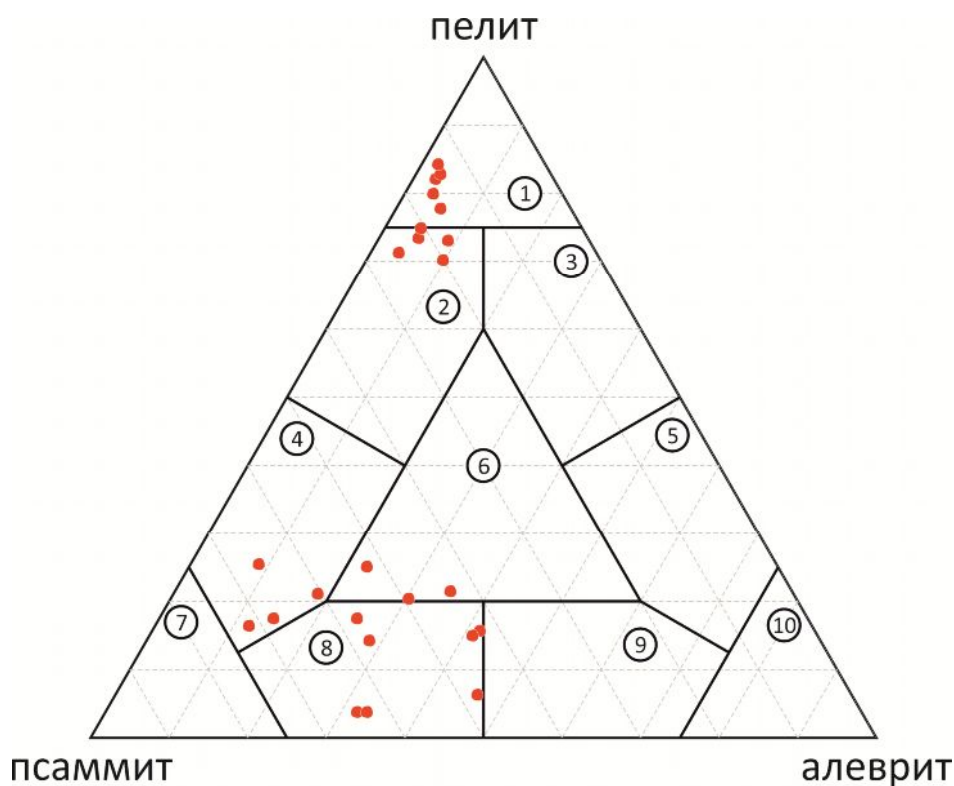


Рис. 1. Соотношение песчаной, алевритовой и пелитовой частей в терригенных отложениях визейского яруса (по Шепарду)

1 – аргиллит, 2 – песчаный аргиллит, 3 – алевритовый аргиллит, 4 – глинистый песок, 5 – глинистый алеврит, 6 – песчано-алевролитовый аргиллит, 7 – песчаник, 8 – алевритовый песчаник, 9 – песчаный алевролит, 10 – алевролит.

Однако при интерпретации данных гранулометрического анализа необходимо учитывать влияние тонкослоистого строения толщи терригенных отложений тульского горизонта. В результате, почти каждый анализируемый образец представляет собой гетерогенный слой, состоящий из чередующихся тонких слоев разного гранулометрического состава (средне- и мелкозернистых песчаников, алевролитов и пелитов) и переменной мощности. Например, один из прослоев (1976,65 м) при макроскопическом описании керна характеризуется как алевропесчаник. При более детальном описании выявляется, что он представлен прослоем алевролита, в котором присутствуют многочисленные гнезда мелкозернистого песчаника овальной формы размером от 0,4 до 2 мм. В этих условиях результаты анализа дают лишь некоторое усредненное представление о литологическом типе пород, отражая преобладание в слое той или иной разности.

В связи с этим важную роль играют данные петрографо-минералогического описания пород в шлифах, которые позволяют охарактеризовать особенности структуры и вещественного состава каждого слоя. Так, в изученных шлифах аргиллитовых прослоев (2036,35 и 2002,6 м) отмечено присутствие углистого вещества, микроагрегатов и микрозерен пирита, для алевролитовых слоев (1997,35 и 1995,42 м) характерны слюды.

В то же время петрографо-минералогическое описание шлифов для песчаников бобриковского горизонта (2032,18 и 2027,22 м) позволяет характеризовать их как структурно однородные мелкозернистые кварцевые разности с кремнистым цементом с небольшой примесью глинистых минералов.

Минеральный состав терригенных пород, изученный дифрактометрическим методом, дает наглядное представление об изменении содержания основных компонентов по разрезу толщи (табл. 3).

Изучение шлифов показало большое разнообразие вещественного состава цементирующего вещества. Для более достоверной его диагностики впервые предложено совместное использование рентгеноструктурного и микрозондового анализа.

Для рентгеноструктурного анализа использована отмученная фракция частиц размером менее 0,01 мм, выделенная из 9 проб разного вещественного состава. По его данным, основными минеральными компонентами глинистой фракции пород являются кварц, мусковит, каолинит и иллит-монтмориллонитовые смешанослойные образования. Кроме того, для глинистой фракции пород тульского горизонта типичны полевые шпаты (ортоклаз) и пирит, иногда хлориты (табл. 4). Для глинистой фракции пород нижней части разреза

бобриковского горизонта также характерны слюды, в составе семейства глинистых минералов преобладает каолинит, относительно мало полевых шпатов.

Таблица 3

Минеральный состав терригенных пород, мас. %

Глубина, м	Кварц	Ортоклаз	Пирит	Мусковит	Хлорит	Каолинит	ИМ СО	Сумма глинистых минералов
1976,65	76	10	0	4	0	10	0	10
1995,42	69	0	0	26	0	0	5	5
1997,35	61	10	0	13	0	15	2	17
2002,60	22	7	1	28	1	15	26	42
2027,22	99	0	0	0	0	1	0	1
2032,18	99	0	0	0	0	1	0	1
2033,84	83	0	0	12	0	5	0	6
2036,35	18	8	0	16	8	39	11	58

Таблица 4

Минеральный состав глинистой фракции терригенных пород

Номер пробы	Глубина, м	Кварц	Ортоклаз	Ангидрит	Пирит	Мусковит	Каолинит	ИМ СО	Хлорит	Сумма глинистых минералов
К-22	1973,57	40	11	1	3	24	18	2	0	20
К-4	2033,84	57	0	0	0	29	11	0	3	14

Результаты микронзондового анализа с определением химического состава цементирующего вещества непосредственно в шлифах (табл. 5) позволяют выделить следующие основные минеральные типы цемента пород терригенных отложений: 1) *каолинитовый*, который характеризуется высокими содержаниями кремнезема и глинозема; 2) *гидролюдистый (иллитовый)* – при высоких содержаниях кремнезема и глинозема в заметном количестве присутствуют калий и железо; 3) *железистый* – при существенно повышенном содержании оксидов железа (до 10%); 4) *карбонатный* – в анализах отмечено высокое содержание оксида кальция (углерод микронзондовым анализом не определяется); 5) *гидраргиллитовый* – существенно повышено содержание глинозема (более 75%); 6) *сульфатный* – устанавливается по наличию сульфатного радикала и оксида кальция примерно в равном соотношении; 7) *кремниевый* – при очень высоком содержании кремнезема (более 70%).

Кроме того, в межзерновом пространстве пород в качестве подчиненных фаз присутствуют *титанистые* (вероятно лейкоксен) с содержанием TiO_2 до 2% и более и *фосфатные* (P_2O_5 до 7%) компоненты.

Таблица 5

Химический состав цемента терригенных пород тульского и бобриковского пластов, мас. %

Оксид	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	54,84	50,77	32,31	3,62	49,52	78,81	53,13	42,79
TiO ₂	0,13	0	1,01	0	0	0	2,32	0
Al ₂ O ₃	43,30	35,79	13,35	94,50	9,63	14,76	26,86	24,22
Fe ₂ O ₃	0,37	2,31	10,26	-	0	-	2,08	-
MnO	0,05	0	0	0,07	0	0	0,44	1,17
CaO	0,15	1,77	33,42	0,84	22,64	0,47	1,90	2,68
MgO	0	3,00	1,47	0	0	0,27	2,11	1,17
Na ₂ O	0,15	0	0,75	0,31	0	1,09	0,79	4,56
K ₂ O	0,51	6,37	3,38	0,38	6,44	1,30	5,84	9,70
P ₂ O ₅	0	0	0,58	-	0	1,49	0,63	7,10
SO ₃	0,51	0	2,10	0,08	11,74	0,29	3,87	2,63
Сумма	100,01	100,01	99,08	99,80	99,97	98,48	99,98	96,02

Примечания: 1 – каолинитовый (1997,35 м), 2 – гидрослюдистый (2036,35 м), 3 – карбонатно-железистый (1995,42 м), 4 – гидраргиллитовый (2032,18 м), 5 – карбонатно-сульфатный (1997,35 м), 6 – кремниевый (2032,18 м), 7 – лейкоксен-сульфатно-гидрослюдистый (1976,65 м), 8 – фосфатно-гидрослюдистый (2027,22 м) типы цемента.

В то же время микронзондовый анализ показал, что большую роль в формировании цементирующей массы терригенных коллекторов играет *органическое* вещество. Оно отчетливо выделяется по наиболее темной окраске при сканировании поверхности шлифа под электронным микроскопом, что позволяет с учетом вещественного контраста интерпретировать его как вещество с весьма малой средней атомной массой. Действительно, энергодисперсионный спектрометр показывает присутствие в данных фазах только углерода. Наиболее вероятной формой нахождения органического вещества являются битумы. Они заполняют трещины, прослои, линзы, часто образуют сплошные выделения сложной формы.

Вещественный состав и структурно-текстурные особенности терригенных пород изученной части разреза Кокуйского месторождения свидетельствуют о том, что накопление осадков в тульское время происходило в фациальных условиях относительно мелководного бассейна седиментации в нестабильной гидродинамической обстановке. При этом заметное влияние на характер осадконакопления оказывало периодическое поступление обломочного материала с прилегающей суши. В бобриковское время осадки отлагались в прибрежно-морских фациальных условиях в основном при стабильном гидродинамическом режиме. Среди пород источников питания обломочного материала важную роль играли продукты зрелой коры выветривания, о чем свидетельствуют значительное количество каолинита в составе глинистых частиц, кварцевый состав основной массы обломочного материала, наличие гидраргиллита в некоторых прослоях и т.д.

Петрофизические свойства пород терригенных коллекторов являются следствием их вещественного состава, структуры и текстуры (табл. 6). Так, для пород тульского горизонта

характерны низкие значения коэффициентов пористости (K_p), газопроницаемости ($K_{пр}$) и высокие – остаточной водонасыщенности, что увязывается с их мелкообломочным составом и высокой долей глинистых частиц.

Таблица 6

Средние значения петрофизических свойств

Пласт	K_p , %	$K_{пр}$, мД	$K_{ов}$, %
C_{1t2}	10,66 (21)	3,74 (18)	58,43(10)
C_{1bb}	17,49 (50)	363,1 (50)	20,49(26)

Примечание: для газопроницаемости рассчитаны средние геометрические значения; в скобках – количество определений.

Заключение

Приведенные выше результаты применения комплексного литологического изучения карбонатных и терригенных пород-коллекторов Кокуйского месторождения, включающего гранулометрические, петрографические, минералогические, рентгеноструктурные и микрондодовые исследования, показали высокую эффективность при выявлении минеральных компонентов, влияющих на ФЕС. Полученные данные необходимо использовать при разработке рекомендаций для проведения последующих фильтрационных исследований на керне с применением модели пластовой воды. Так, на Кокуйском месторождении требуют дополнительных исследований нижняя пачка башкирского горизонта и тульские терригенные отложения.

Сочетание использованных методов позволяет корректировать некоторые выводы, основанные на данных гранулометрического анализа, применительно к сложным в литологическом отношении тонкослоистым толщам. Дополнительное изучение цементирующего вещества дает информацию о степени прочности пород, вероятности их трансформации при воздействии буровых растворов,

Детальная литологическая характеристика нефтеносных пород является основной для понимания изменчивости их петрофизических и инженерно-геологических свойств.

Комплексный литологический анализ нефтеносных толщ дает возможность установить фациальную обстановку осадконакопления и тем самым дополнить арсенал методов, используемых при прогнозировании нефтегазоносности разрезов.

Литература

Качинская И.В., Крымова М.В. Изучение влияния цеолитов на достоверность определения петрофизических параметров коллекторов неокотских отложений Заполярного месторождения // Территория нефтегаз. - 2013. - № 5. - С. 50-55.

Котельников Д.Д., Конюхов А.И. Глинистые минералы осадочных пород. – М.: Недра, 1986. - 247 с.

Михайлов Н.Н. Информационно-технологическая геодинамика околоскважинных зон. – М.: Недра, 1996. - 339 с.

Рентгенографический количественный фазовый анализ (РКФА) глинистых минералов (каолинита, гидрослюды, монтмориллонита). Методические рекомендации № 139. - Издательство "НСОММИ ВИМС", 1999.

Франк-Каменецкий В.А. Рентгенография основных типов породообразующих минералов. – Л.: Недра, 1983. - 359 с.

Shepard F.P. Nomenclature based on sand-silt-clay rations // J.Sediment petrol. - 1954. – 3. - Vol. 24.

Gubin S.A.

LLC "PermNIPIneft", Perm, Russia, sgubin@permnipineft.com

Isaeva G.A., Osovetckiy B.M.

Perm State National Research University, Perm, Russia, galina-pgu@yandex.ru, opal@psu.ru

PETROCHEMICAL COMPOSITION OF THE CARBONIFEROUS ROCKS BELONGING TO THE KOKUYSK OIL FIELD

The results granulometric, crystalloptic, X-ray diffractometric and electron microbim analysis studies of the Bashkirian carbonate and terrigenous reservoir rocks of Perm region are presented. The tested interval present structural, mineralogical and filtering heterogeneity of sedimentary section. Existence of several types of cementing substance in terrigenous deposits is established. The influence of mineralogical composition on reservoir properties of rocks is noted.

Keywords: *terrigenous and carbonate deposits, mineral composition, clay minerals, reservoir properties, colmatage.*

References

Frank-Kameneckij V.A. *Rentgenografija osnovnyh tipov porodoobrazujushhih mineralov* [X-ray diffractometry of the main types of rock-forming minerals]. Leningrad: Nedra, 1983, 359 p.

Kachinskas I.V., Krymova M.V. *Izuchenie vlijanija ceolotov na dostovernost' opredelenija petrofizicheskikh parametrov kollektorov neokomskih otlozhenij Zapoljarnogo mestorozhdenija* [Study the zeolite influence on the reliability of the determination of petrophysical reservoir parameters of Polar Neocomian field]. *Territorija neftegaz*, 2013, No. 5, P. 50-55.

Kotel'nikov D.D., Konjuhov A.I. *Glinistyje mineraly osadochnyh porod* [Clay minerals of sedimentary rocks]. Moscow: Nedra, 1986, 247 p.

Mihajlov N.N. *Informacionno-tehnologicheskaja geodinamika okoloskvazhinnyh zon* [Information technology about the near geodynamic boreholes]. Moscow: Nedra, 1996, 339 c.

Rentgenograficheskij kolichestvennyj fazovyj analiz (RKFA) glinistyh mineralov (kaolinita, gidroslyudy, montmorillonita) [X-ray quantitative analysis of clay minerals (kaolinite, hydromica, montmorillonite)]. *Metodicheskie rekomendacii № 139*. - Izdatel'stvo "NSOMMI VIMS", 1999.

Shepard F.P. Nomenclature based on sand-silt-clay rations // *J. Sediment petrol*, 1954, 3, Vol. 24.

© Губин С.А., Исаева Г.А., Осовецкий Б.М., 2014