

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕРХНЕЮРСКОГО РАЗРЕЗА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Алеева А.О.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, ОАО
ТомскНИПИнефть, Томск

Использованы петрофизические уравнения и данные геофизических исследований скважин месторождений углеводородов Томской области. Выявлены петрофизические типы коллекторов горизонта Ю₁ и геофизические особенности пород баженовской свиты в разрезах с разным типом коллекторов.

Постановка задачи

Верхнеюрский разрез юго-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (Томская область) представлен васюганской, георгиевской и баженовской свитами. Васюганская свита вмещает песчано-алевролитовые пласты Верхнеюрского нефтегазоносного комплекса – горизонта Ю₁, являющегося основным продуктивным горизонтом исследуемой территории. Отложения васюганской свиты перекрываются аргиллитами георгиевской свиты и битуминозными глинисто-карбонатно-кремнистыми образованиями баженовской свиты. Баженовская свита выполняет функции региональной покрышки, обладает нефтегенерационным потенциалом (Конторович и др., 2001) и может быть источником нефти для пластов горизонта Ю₁. Георгиевская свита, отделяющая горизонт Ю₁ от баженовской свиты в пределах исследуемой территории маломощная, редко превышает 5 метров. В ряде разрезов месторождения она вообще отсутствует или может быть выявлена исключительно по данным индукционного каротажа по глубокой отрицательной аномалии сопротивления.

Цель исследований – выявление взаимосвязи геофизической характеристики баженовской свиты с особенностями (типами) коллекторов горизонта Ю₁. *Объекты исследования* – нефтяные и нефтегазоконденсатные месторождения Томской области (верхнеюрский разрез). Методы исследования – стандартный комплекс методов геофизических исследований скважин (ГИС): гамма-каротаж (ГК) и нейтронный гамма-каротаж (НГК), методы самопроизвольной поляризации (ПС) и кажущегося сопротивления (КС); статистический анализ показаний методов ГИС. Концепция исследования: использовать в качестве квалификационного признака коллекторов горизонта Ю₁ результаты расчета по петрофизическим уравнениям удельного электрического сопротивления (УЭС) при заданных условиях: коэффициент пористости = 0,17; коэффициент нефтенасыщенности = 0,6; УЭС поровой воды = 0,07 Ом·м.

Ниже приводятся *основные результаты проведенного исследования* (табл. 1–2; рис. 1–2).

Коллекторы горизонта Ю₁ месторождений УВ Томской области резко неоднородны по УЭС. Из 20-и изученных месторождений ровно половина имеет УЭС коллекторов более 8 Ом·м («высокоомный тип» коллекторов) и столько же месторождений имеют коллекторы с более низкими значениями этого параметра – «нормальный тип» и «низкоомный тип» (УЭС ниже 6 Ом·м).

Месторождения выделенных типов коллекторов закономерно располагаются относительно континентальных рифтовых зон доюрского фундамента, а также аномалий геотермических градиентов осадочного комплекса. В целом, аномалии повышенных

температурных градиентов, а также месторождения высокоомной группы располагаются полукольцом, с северо-востока, обрамляя область пониженных температурных градиентов в месте схождения рифтов разных направлений. При этом месторождения низкоомной группы (нефтяные однопластовые месторождения) локализованы исключительно западнее наиболее протяженного Уренгойско-Колтогорского рифта.

При одинаковых заданных условиях расчета разница в УЭС коллекторов связана с неоднородностью состава его твердой фазы. Оценка литологического состава коллекторов по петрофизическому уравнению для определения коэффициента пористости (K_p) по акустическому каротажу показала, что высокоомные коллекторы, как правило, карбонатизированы, а низкоомные – характеризуются повышенной глинистостью (табл. 1).

Таблица 1

*Результаты расчета интервального времени твердой фазы ($\Delta T_{тв}$) коллекторов с пониженным и высоким УЭС (O_m^*m)*

Месторождение УЭС (горизонт)	Пласты	Уравнение связи	$\Delta T_{тв}$, мкс/м	Прогноз литологического состава коллектора
Герасимовское УЭС ($Ю_1$) = 17,9 УЭС (М) = 20,5	$Ю_1$	$K_p = 0,235\Delta T - 39,4$	167,77	Карбонатизированный песчаник
	М	$K_p = 0,229\Delta T - 36,6$	159,88	Интенсивно карбонатизированный песчаник
Крапивинское УЭС ($Ю_1$) = 5,9	$Ю_1$	$K_p = 0,2\Delta T - 35,0$	175	Слабоглинистый песчаник

На многопластовом Герасимовском нефтегазоконденсатном месторождении все пласты в юрском разрезе и в коре выветривания (горизонт «М») относятся к группе высокоомных. Вследствие карбонатизации коллектора эффективная для большинства месторождений Томской области оценка K_p по показаниям ПС на Герасимовском месторождении оказалась невозможной [2].

Качественный и статистический анализ *баженовской свиты* был проведен по типичным разрезам месторождений с разными типами коллекторов горизонта $Ю_1$: 1) низкоомный тип: Крапивинское нефтяное (скв. 226), Катильгинское (94); 2) высокоомный тип: Ломовое нефтяное (214), Герасимовское (6) и Лугинецкое (183) нефтегазоконденсатные; 3) нормальный тип: Таловое (26) нефтяное.

Во всех изученных разрезах баженовской свите (БС) соответствует яркая геофизическая аномалия. Высокие значения естественной радиоактивности (ГК) и УЭС (КС), отличающиеся от вмещающих отложений показания НГК и ПС связаны с битуминозностью и возможной нефтенасыщенностью пород, а также со сложным карбонатно-глинисто-кремнистым их составом [1]. Отличительные особенности конкретных разрезов БС проявляются в уровне значений геофизических параметров и во взаимоотношении между ними.

Были выявлены отличительные (квалификационные) геофизические признаки БС (рис. 1, 2; табл. 2):

- 1) максимальные вариации показаний ПС ($\Delta ПС$, мВ);
- 2) степень взаимосвязанности параметров (отношение числа пар тесно связанных геофизических параметров ($R^2 > 0,4$) к числу пар несвязанных параметров ($R^2 < 0,1$));
- 3) отношение медианных значений показаний базовых методов (КС/ГК, Омм/(мкР/час);
- 4) мощность георгиевской свиты (м).

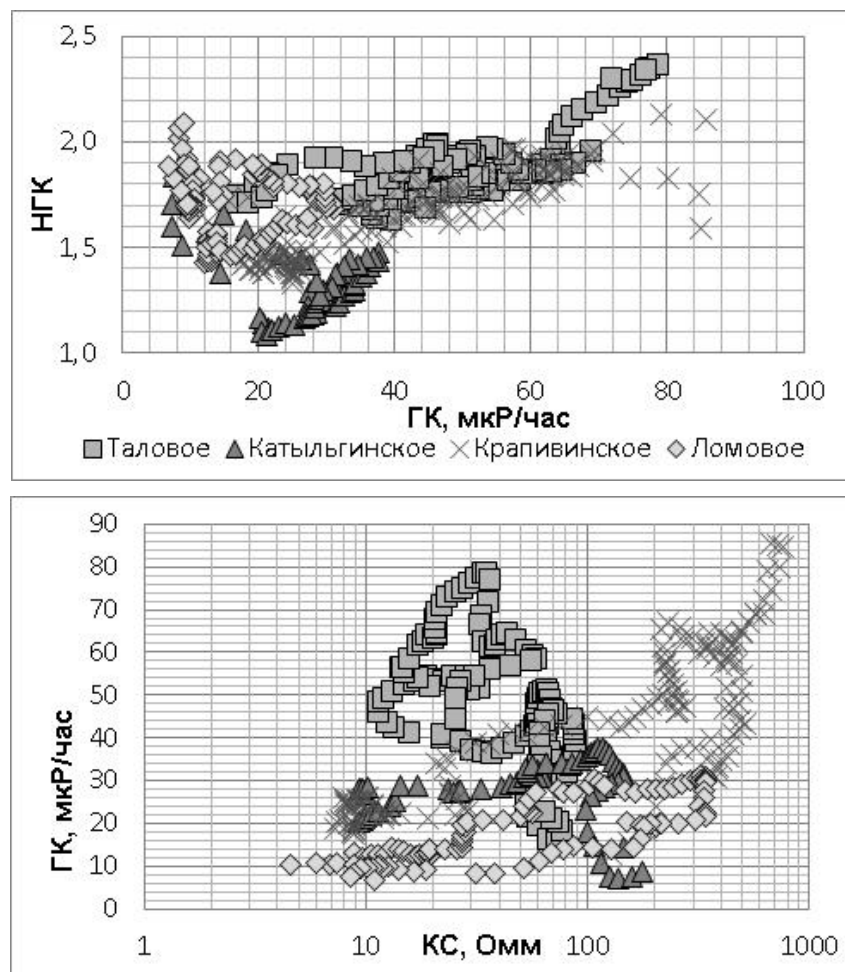


Рис. 1. Баженовская свита. Поля корреляции значений геофизических параметров в разрезах нефтяных месторождений с разным типом коллектора горизонта Ю₁

Таблица 2

Основные классификационные признаки баженовской свиты исследованных разрезов месторождений УВ

Месторождение, скважина	ΔПС, мВ	Связанность параметров	КС/ГК	Мощность георгиевской свиты, м	Группа/фазовый состав
Крапивинское, 226	33,0	9/0	5,4	1,0	Западная / нефть
Катыльгинское, 94	42,0	5/2	2,09	0	
Ломовое, 214	12,7	4/2	3,01	1,6	
Таловое, 26	6,5	4/4	0,77	2,0	
Герасимовское, 6	2,9	1/5	1,4	5,9	Юго-восточная / газ, нефть
Лугинецкое, 183	–	1/8	1,4	5,4	

По совокупности геолого-геофизических признаков исследованные разрезы разделяются на две группы. Юго-восточная группа – нефтегазоконденсатные месторождения с высокоомным типом коллектора горизонта Ю₁ отличаются спокойным характером ПС в интервале БС, очень низкой зависимостью между геофизическими параметрами БС и низким отношением КС/ГК, повышенной мощностью георгиевской свиты.

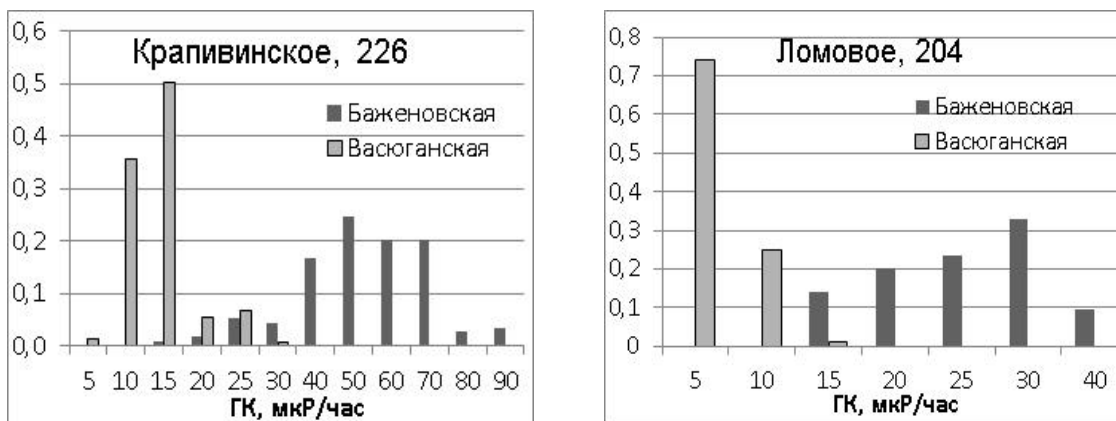


Рис. 2. Гистограммы распределения значений естественной радиоактивности (ГК) пород баженовской и васюганской свит в разрезах с низкоомным (Крапивинское) и высокоомным (Ломовое) типом коллектора горизонта Ю₁

В целом противоположными свойствами обладает западная нефтяная группа. При общей близости геофизической характеристики различие в типах коллекторов Ю₁ имеет место и внутри нефтяной группы. Например, баженовская свита Крапивинского месторождения с низкоомным типом коллектора горизонта Ю₁ отличается от БС «нормального» Талового месторождения существенно более высоким УЭС (КС) при высокой радиоактивности пород в обоих разрезах (рис. 1), а от БС Ломового месторождения с высокоомным типом коллектора – существенно более высокой радиоактивностью при близком интервале изменения показаний КС (рис. 1, 2).

Выводы

Таким образом, геофизическая характеристика баженовской свиты и петрофизический тип коллектора перекрываемого ею горизонта Ю₁ взаимосвязаны. Данные рис. 2 также указывают на вертикальную согласованность уровня геофизических параметров баженовской свиты и васюганской свиты, и различие типа коллектора горизонта Ю₁ проявляется в отличии геофизических параметров (в данном случае радиоактивности) всего верхнеюрского разреза. Поскольку имеет место согласованность геофизических параметров по вертикали, объяснить выявленные закономерности без привлечения данных о глубинном строении исследованной территории невозможно.

Литература

1. Номоконова Г.Г., Колмаков А.Ю., Расторгуева (Алеева) А.О., Парубенко И.В. Баженовская свита – геофизическая аномалия / Нетрадиционные ресурсы углеводородов: распространение, генезис, прогнозы, перспективы освоения. Материалы Всероссийской конференции с международным участием 12–14 ноября 2013г. – М.: ГЕОС, 2013. – С. 183–187.

2. Расторгуева (Алеева) А.О. Геолого-геофизические особенности Герасимовского нефтегазоконденсатного месторождения // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова. Т. 1. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – С. 397–399.