

ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ РАЗРЕЗА СЕВЕРНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е.А. Чупин

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Северное месторождение углеводородов Васюганской нефтегазоносной области юго-востока Западной Сибири располагается в области сочленения структур первого порядка: Александровского свода и надрифтовой депрессии – Колтогорского мегапрогиба. В пределах Охтеурского вала, где локализовано месторождение, по данным сейсморазведки (Калинин, 2014) разрывные нарушения из доюрского фундамента прослеживаются в осадочном чехле до верхнего мела. Особенностью Северного месторождения является огромный диапазон нефтегазоносности, включающий пласты Верхнеюрского (Ю1, Ю2), Неокомского (А, Б) и Апт-альб-сеноманского (ПК) нефтегазоносных комплексов (НГК), в то время как основным продуктивным НГК месторождений юго-востока Западной Сибири является Верхнеюрский. Северное месторождение представляет собой уникальный случай «нефтяного столба», поскольку площадь самого месторождения небольшая. В настоящей статье излагаются результаты анализа геофизических исследований скважин (ГИС) Северного месторождения углеводородов.

Цель исследования: выявить геофизические особенности (признаки) разреза месторождения со «столбовым» характером нефтегазонасыщения. *Принятая концепция:* базовым объектом изучения является баженовская свита (БС), битуминозные глинисто-кремнисто-карбонатные породы которой являются нефтематеринскими, а также вмещающие ее глинистые образования георгиевской и куломзинской свит, отделяющие БС от ближайших пластов Верхнеюрского и Неокомского НГК.

Скважины для анализа выбраны с учетом полноты вскрытого разреза, разной нефтенасыщенности разреза в целом и отдельных его стратиграфических горизонтов, а также с учетом полноты комплекса методов ГИС. В настоящей работе приводятся результаты анализа материалов ГИС по 5-ти скважинам (в порядке расположения от периферии к центральной части месторождения): скв. 211 – практически непродуктивна по всему разрезу; скв. 47 – нефтяные залежи в пласте Ю1-3 и Б8-Б9; скв. 42, 275 и 311 – нефтяные залежи во всем Верхнеюрском НГК. Нижняя часть Неокомского НГК (Б0-Б9) наиболее полно представлена нефтяными и газовыми залежами в скв. 275 и 311, в скв. 42 – фрагментарно до Б3. Преимущественно нефтенасыщенные отдельные пласты А и ПК встречаются в скважинах 275 (до ПК18-20) и 311 (до ПК1). Суммарные нефтенасыщенные толщины повышаются в порядке: скв. 47 и 42 по 40 м; скв. 311 – 185 м и скв. 275 – 278 м. Анализ коллекторов изученных разрезов показал, что их фильтрационно-емкостные свойства улучшаются вверх по разрезу, а нефтенасыщенность увеличивается на глубину и максимальна в окрестности баженовской свиты.

Во всех скважинах был проведен полный комплекс методов ГИС в открытом стволе. Для выбранной цели наиболее информативными методами являются: метод естественной радиоактивности ГК, нейтронный каротаж НКТ, метод электропроводности – индукционный каротаж ИК и метод сопротивления с потенциал зондом – ПЗ. Результаты качественного анализа каротажных диаграмм и статистической обработки цифровой информации ГИС кратко сводятся к следующему.

- Баженовская свита во всех изученных разрезах выделяется комплексной геофизической аномалией – высокая радиоактивность и высокое электрическое сопротивление пород (пониженная электропроводность), отличие от вмещающих пород по показаниям нейтронного каротажа (рис. 1,2; табл. 1,2) – в этом Северное месторождение не отличается от других месторождений, по крайней мере, южной части Западной Сибири.

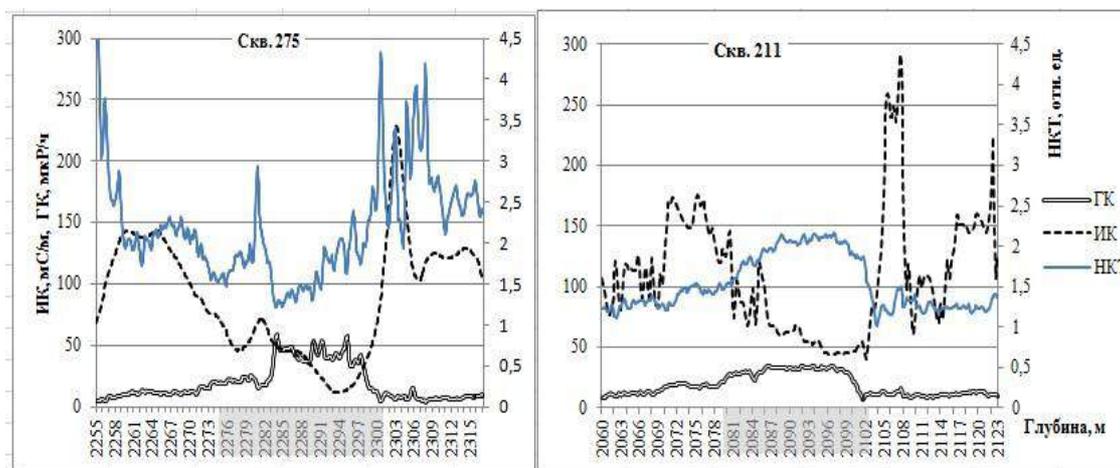


Рис.1. Различия в геофизических параметрах пород баженовской свиты (затененный интервал разреза) в самой продуктивной (275) и непродуктивной (211) скважинах Северного месторождения

- Геофизическая характеристика баженовской свиты в продуктивных разрезах Северного месторождения и в разрезах за контуром нефтегазоносности существенно различаются, что можно видеть из

данных рис.1. Главное отличие – в знаке аномалии *НКТ*: положительная аномалия *НКТ* в скв. 211 и отрицательная – во всех остальных скважинах. Отрицательная аномалия *НКТ* в скважине 275 указывает на повышенное водородосодержание пород баженовской свиты в продуктивном разрезе, а более высокие показания *НКТ* в окрестности свиты – на карбонатизацию аргиллитов георгиевской и нижней части куломзинской свит.

Баженовская свита в скв. 211 отличается также более низкими показаниями *ГК* и более высокими *ИК* (пониженным электрическим сопротивлением), что указывает на ее пониженный потенциал как источника углеводородов (рис.2). Асимметричность кривой *ИК*, характерная для всех продуктивных разрезов и не только Северного месторождения, в разрезе непродуктивной скважины 211 еле заметна. Более высокие показания *НКТ* в этой скважине характерны и для аргиллитов куломзинской свиты и, особенно, для аргиллитов георгиевской свиты, отделяющих баженовскую свиту от пластов горизонта *Ю1*. При такой геофизической характеристике георгиевская свита – хороший экран. В разрезе продуктивной скважины 275 георгиевская свита находится в зоне карбонатизации и ее изоляционные свойства ухудшены (рис.1).

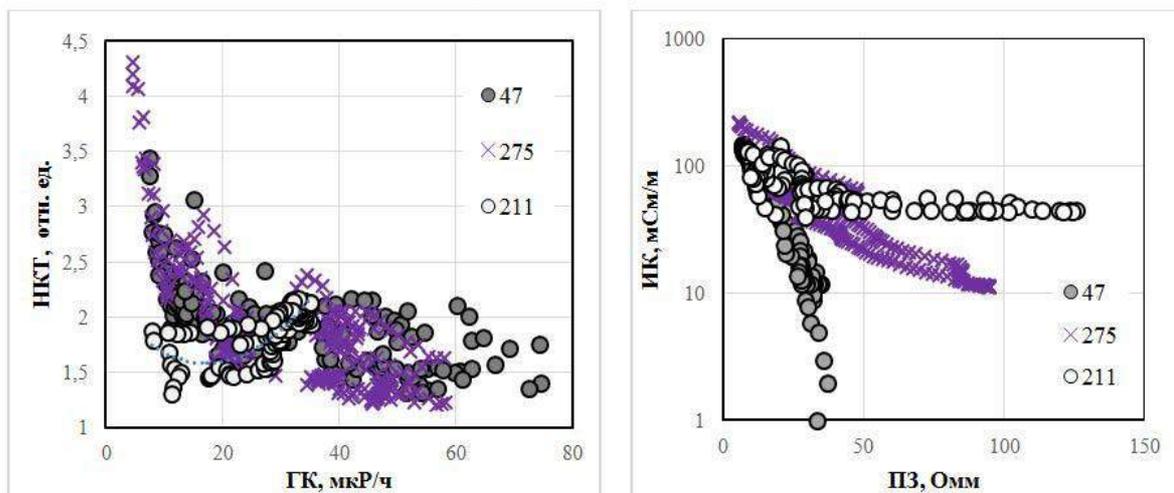


Рис. 2. Взаимотношения между геофизическими параметрами баженовской свиты в разрезах с разной продуктивностью

- Геофизическая характеристика баженовской свиты зависит от продуктивности разреза в целом. В наиболее продуктивном разрезе скв. 275 *БС* в среднем более радиоактивна (при наличии самых минимальных значений *ГК*), характеризуется наибольшим диапазоном изменения показаний *НКТ*, наиболее тесными связями в паре «*НКТ_ГК*», максимальным диапазоном изменения показаний *ИК* при относительно высоком минимальном значении, обособленным положением точек на диаграмме «*ИК_ПЗ*» (рис. 2; табл. 1, 2). Близкая характеристика у *БС* в разрезе скв. 311. Нужно учесть, что образование нефти из керогена приводит к понижению радиоактивности *БС*, миграция нефти из *БС* в коллекторы повышает ее электропроводность пропорционально отдаленной нефти, а карбонатизация (повышение *НКТ* и понижения *ГК* и *ИК*) улучшает фильтрационные свойства пород *БС* (Сонич, Плеханова и др., 1997; Номоконова и др., 2013). Отличительные свойства баженовской свиты в разрезе наиболее продуктивной скважины вполне объясняются этими процессами, протекающими по первоначально высоко обогащенным керогеном, высокордиоактивным и низко электропроводным породам *БС*.

Таблица 1

Геофизические параметры пород баженовской свиты в разрезах скважин Северного месторождения. Приведены медиана и интервал изменения геофизического параметра

Метод ГИС/скв.	211	47	42	275	311
<i>ИК</i> , мСм/м	63 (41-156)	37 (0,1-187)	65 (4-132)	46 (11-229)	51 (11-88)
<i>ГК</i> , мкР/ч	31,2 (7,8-35,1)	23,5 (7,3-74,5)	28,0 (5,5-49,2)	32,7 (4,5-58,3)	36,6 (5,8-72,2)
<i>НКТ</i> , отн.ед.	2,0 (1,30-2,16)	2,0 (1,3-3,44)	1,78 (1,28-3,64)	1,78 (1,22-4,32)	1,71 (1,26-3,34)

Таблица 2

Уравнения связи *НКТ* (*ГК*) и коэффициенты надежности аппроксимации R^2 (баженовская свита)

211	47	42	275	311
$y=0,4054\ln(x)+0,5619$ $R^2 = 0,3894$	$y=0,439\ln(x)+3,3546$ $R^2 = 0,5704$	$y=0,222\ln(x)+2,5455$ $R^2 = 0,0931$	$y=0,756\ln(x)+4,3649$ $R^2 = 0,631$	$y=0,319\ln(x)+2,8536$ $R^2 = 0,1996$

- Большой диапазон нефтегазоносности на Северном месторождении коррелируется с широким развитием в разрезах месторождения процесса карбонатизации. Карбонатизированные разности пород уверенно выделяются по материалам *ГИС*: минимумы *ГК* и *ИК*, максимумы *НКТ* и *ПЗ*. Карбонатизация захватывает не только породы Верхнеюрского НГК, как это имеет место на других месторождениях региона, но и породы Неокомского и частично Апт-альб-сеноманского НГК. На Северном месторождении процесс карбонатизации пород наиболее интенсивно проявился в скважинах 275 и, особенно, в скв. 311, отличающейся максимальным (до

ПК) диапазоном нефтеносности. В наибольшей степени в результате карбонатизации изменилась геофизическая характеристика аргиллитов низов куломзинской свиты, отделяющих пласты Неокомского НКК от баженовской свиты. За контуром нефтегазоносности месторождения, в скв. 211 в меловых отложениях геофизические аномалии типа карбонатизации практически отсутствуют.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ В МАРЬЯНОВСКУЮ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Б. Шакиров

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Статья посвящена проблеме границ Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НПП) на юго-восточном ее фланге (Томская область). Основные запасы нефти и газа сосредоточены на западе Томской области (ТО) в границах Среднеобской, Каймысовской и Васюганской нефтегазоносных областей (НГО). Отдельные месторождения углеводородов выявлены вблизи западной границы Пайдугинской НГО. На самом востоке ТО (Предьенсейская НГО) до настоящего времени не было выявлено месторождений углеводородов, что может быть связано, в том числе, со слабой геолого-геофизической изученностью этой территории.

Нефтегазовый потенциал юго-востока Западно-Сибирской НПП связан с Верхнеюрским нефтегазовым комплексом (горизонт ЮО1), региональной покрывкой и источником углеводородов которого являются породы баженовской свиты. Баженовская свита представлена глинисто-кремнисто-карбонатными породами, битуминозными, содержащими обильную морскую фауну. В восточном направлении породы баженовской свиты фациально замещаются послойно битуминозными аргиллитами марьяновской свиты – стратиграфическим аналогом баженовской. Цель исследования – оценить перспективы Верхнеюрского нефтегазового комплекса на северо-востоке Томской области с помощью интерпретации результатов ранее проведенных геофизических исследований скважин. Объективный и цифровой характер геофизической информации предполагает ее многократное использование. Задача исследования – на основе анализа геофизической информации северо-востока ТО оценить, насколько и в чем различаются геофизические характеристики пород баженовской и марьяновской свит.

Сделан анализ данных геофизических исследований 18-ти скважин северо-востока ТО. Наиболее представительными из них являются: Громовская скважина, размещенная вблизи западной границы Предьенсейской НГО; Корбыльская – в центральной части исследуемой территории; Ажарминская – на восточной границе ТО. Во всех скважинах проведен стандартный комплекс геофизических исследований (ГИС), включающий методы сопротивления КС (З) и др., гамма-каротаж ГК, нейтронный каротаж НКК, кавернометрия и др. Изучен весь доступный интервал разреза – от кузнецовской свиты и пластов ПК до коры выветривания и верхов доюрского фундамента. Для сравнения были взяты скважина 226 Крапивинского месторождения (Каймысовская НГО) и скважина 357 Киев-Еганского месторождения – вблизи западной границы Пайдугинской НГО.

Результаты исследования кратко сводятся к следующему (рис.1, 2, табл.).

Геофизические характеристики разрезов северо-востока ТО отличаются от таковых западных продуктивных районов ТО. Наиболее близкие показания методов ГИС обнаруживаются у разреза скважины Громовская, самой западной скважины северо-востока ТО. Именно в этой скважине по геофизическим данным был сделан прогноз о нефтенасыщенности пласта ЮО1-(1-2) ($K_n > 0.8$), но при испытании был получен приток пластовой воды. В остальных скважинах ни прогнозов по данным ГИС, ни притоков нефти при перфорации пластов горизонта ЮО1 получено не было.

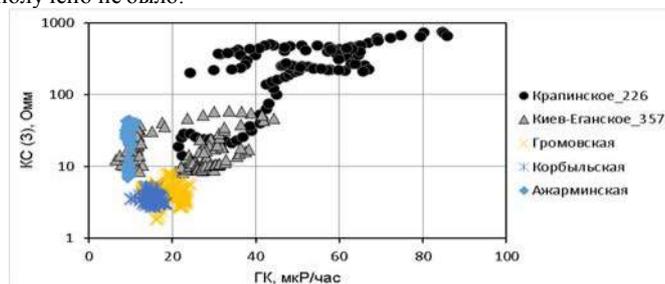


Рис. 1. Поля корреляции показаний ГК и КС (З) против пород баженовской (Крапивинское, Киев-Еганское) и марьяновской (северо-восток ТО) свит в исследованных разрезах

Самым «непохожим» интервалом разреза северо-востока ТО является верхнеюрский, в первую очередь, марьяновская свита. Кроме большей мощности отложений свиты (>37,6 м) и меньшей глубины залегания ее кровли (<2262,6 м), свидетельствующих о переходной зоне Внутренней области к Внешнему поясу Западно-Сибирской плиты (В. Конторович, 2002), марьяновская свита отличается от баженовской существенно меньшей интенсивностью аномалий методов ГИС. В первую очередь это касается базовых свойств - естественной радиоактивности ГК и электрического сопротивления КС (З), определяющих нефтематеринские свойства пород баженовской свиты [1].