
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 550.84:543.27(571.1)

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ ИНТЕРВАЛОВ ИСПЫТАНИЯ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.В. Черепанов¹, С.Н. Меньшиков², С.А. Варягов², В.Л. Бондарев³, М.Ю. Миротворский³, В.П. Клокова⁴
(ОАО "Газпром"¹, ООО "Газпром добыча Надым"², ЗАО "НПЦ Геохимия"³, ВНИИГеосистем⁴)

В настоящее время многие разрабатываемые месторождения Западной Сибири находятся либо в стадии падающей добычи, либо вступят в нее уже в ближайшие годы. Нарращивание же и стабилизация добычи газа, газоконденсата и нефти возможны за счет освоения более глубоких (по сравнению с разрабатываемыми) горизонтов. К ним относятся отложения ачимовской толщи (АТ), а также юрские образования, которые рассматриваются многими исследователями в качестве перспективных комплексов по увеличению промышленного потенциала УВ сырья севера Запад-

ной Сибири. В связи с этим проблема поиска залежей в рассматриваемых отложениях приобретает особую актуальность. По данным Бородкина В.Н. [6], невыявленные ресурсы неокома севера Западной Сибири приурочены, главным образом, к клиноморфным образованиям ачимовской толщи.

Предпосылками и признаками нефтегазоносности осадочных комплексов, вскрытых скважинами, являются:

– породы, обладающие хорошими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС);

– повышенные концентрации УВ (в первую очередь, гомологов метана).

Отложения ачимовской толщи [4] характеризуются сложным геологическим строением, сильной продуктивной неоднородностью, аномально высокими пластовыми давлениями, значительным разнообразием коллекторов. Коллекторские свойства продуктивных горизонтов низкие и отличаются резкой изменчивостью по простиранию и разрезу. Кроме того, ачимовские и, особенно, юрские отложения часто содержат обилие углистой органики, что обуславливает повышенную насыщенность отдельных горизонтов углеводородами, которая фиксируется при проведении геохимических исследований в скважинах [1].

Все это затрудняет интерпретацию материалов геофизических и геохимических исследований, являющуюся самым важным звеном в получении достоверной геологической информации и требующую всестороннего анализа данных.

При интерпретации данных ГИС решаются две задачи: выделение коллекторов и оценка характера их насыщения. Трудности решения этих задач связаны как с условиями проведения каротажа (размытый ствол скважины) и качеством полученных кривых, так и со сложностью коллекторов ачимовских и юрских отложений.

Основными задачами геохимического каротажа являются:

- оценка насыщенности разреза осадочных отложений углеводородами;
- выделение интервалов повышенной насыщенности УВ, рекомендуемых для дальнейшей постановки испытания в скважинах.

Следует отметить, что интерпретация данных геохимических исследований и подготовка рекомендаций по испытанию выделяемых интервалов, к сожалению, ведутся на сегодняшний день практически без учета данных ГИС. Последние используются лишь для уточнения глубины отбора проб. Однако не все выделенные по газометрии бурового раствора и керна интервалы с повышенными содержаниями УВ могут считаться перспективными. Иногда бывает, что породы, их слагающие, не обладают достаточно хорошими коллекторскими свойствами.

В силу неоднозначности прогнозных оценок отдельно по данным газометрии (геохимического каротажа) и материалов ГИС, представляется, что наиболее эффективным способом повышения достоверности положительного прогноза может рассматриваться комплексная интерпретация данных геохимических и геофизических исследований. Этот подход авторы попытались реализовать на примере совместного использования материалов ГИС и геохимического каротажа двух скважин – 21 и 24 Западно-Юбилейной площади.

Скважины 21 и 24 были заложены в соответствии с "Проектом поисковых работ" [5]. Они вскрыли нижнемеловые и юрские отложения и были остановлены на глубине 4100 м в породах тюменской свиты.

В процессе бурения скважин ЗАО "НПЦ Геохимия" [2, 3] проводились геохимические исследования промывочной жидкости и керна (газометрия, изотопный состав углерода метана, определение $C_{орг.}$).

По данным геохимических работ в рассматриваемых скважинах был выполнен качественный и количественный анализ состава углеводородных газов как в целом по разрезу, так и по отдельным литолого-стратиграфическим комплексам (свитам). В результате по комплексу геохимических показателей в них были установлены интервалы повышенной газонасыщенности, рекомендованные к испытанию с оценкой их нефтегазоперспективности. В скв. 21 таких интервалов выделено 18, а в скв. 24 – 11. На промежуточных этапах и по окончании бурения в скважинах проводился комплекс ГИС, включающий: стандартный каротаж, ПС, БК, ИК, резистивиметрию, кавернометрию, ГК, НКт, ГГКп, БКЗ, ВИКИЗ, МКЗ, МБК, МКВ, инклинометрию. В интервале сложных коллекторов ачимовских и юрских пластов выполнен многозондовый волновой акустический каротаж (ВАК). Интерпретация геофизических материалов проводилась специалистами ОАО "Красноярское УГР" (подрядная организация) и ООО "ЦНИП ГИС" (экспертная компания), в результате чего были выделены интервалы, рекомендованные для испытания. В скв. 21 по данным КрУГР таких объектов выделено 8, по данным ЦНИП ГИС – 5; в скв. 24 – 6 и 3 объекта, соответственно.

С учетом рекомендаций (по данным геофизических и геохимических исследований) были выбраны интервалы испытаний. Всего по скв. 21 испытано 7, а по скв. 24 – 6 таких интервалов. В двух из них каждой из скважин был получен приток пластовой воды с нефтью (отложения АТ). В остальных случаях отмечен приток воды, либо притока не получено.

Рассмотрим достоверность проведенных исследований отдельно по материалам геохимических исследований, данным ГИС и материалам комплексной (ГК + ГИС) интерпретации, оценив их процент схожести с результатами проведенных испытаний (табл. 1–3).

В результате проведенных испытаний по скв. 21 оценка геохимическими методами шести из семи опробованных объектов подтвердилась, т. е. результативность составила 86 % (см. табл. 1), в том числе в АТ совпадение 100 %, а в породах юры – 66,7 %.

В скв. 24 общее число совпадений составило четыре из шести или 66,7 %, в том числе в АТ совпадение 75 %, а в юре – 50 %.

Прогноз нефтегазоносности подрядной геофизической организации (КрУГР) значительно ниже и составил 42...43 %, при этом в отложениях АТ процент совпадений составил 62,5...66,7 %, а для отложений юры – 0...16,7 %.

Прогноз нефтегазоносности геофизической организации, выступающей в качестве экспертной (ЦНИП ГИС), выше, чем у подрядной и составляет 71,5...75 %. В том числе по АТ процент совпадения составил 62,5...100 %, а в юрских отложениях – 50...100 %.

Таблица 1

Сопоставление результатов геохимических исследований с данными испытаний

Скв.	Пласт	Объект	Интервал испытаний, м	Степень перспективности по данным геохимии	Результаты испытаний	Сходимость результатов исследований и испытаний	Процент совпадений	
							Всего	Юра/АТ
21	Ю ₂	1	3990...3997	Не персп.	Незначительный приток фильтрата бурового раствора	+	86 % (6 из 7 совпало)	Юра: 66,7 %
	Ю ₁	2	3865...3874, 3879...3885	Средняя	Притока не получено	-		
	Ю ₀	3	3852...3863	Не персп.	Притока не получено	+		
	АчБУ ₁₃ ²	4	3822...3830 3833...3840	Не персп.	Незначительный приток фильтрата бурового раствора с пленкой нефти	+		АТ: 100 %
	АчБУ ₁₃ ¹	5	3742...3750	Не персп.	Незначительный приток пластовой воды с пленкой нефти	+		
	АчБУ ₁₃ ¹	6	3702...3719	Высокая	Периодически переливающий приток пластовой воды и нефти	+		
	БУ ₁₀	7	3243...3246	Средняя	Приток пластовой воды с нефтью (до 11 %)	+		
24	Ю ₃	1	4038...4056	Высокая	Незначительный приток пластовой воды с фильтратом бурового раствора	-	67 % (4 из 6 совпало)	Юра: 50 %
	Ю ₂ ⁰	2	3914...3920	Не персп.	Незначительный приток пластовой воды с пленкой нефти	+		
	АчБУ ₁₂	3	3804...3819	Высокая	Приток пластовой воды и нефти	+		АТ: 75 %
	АчБУ ₁₂	4	3722...3735	Средняя	Приток пластовой воды с нефтью	+		
	АчБУ ₁₂	5	3698...3710	Средняя	Приток пластовой воды с пленкой нефти	-		
	АчБУ ₁₂	6	3638...3642	Не персп.	Незначительный приток пластовой воды с пленкой нефти	+		

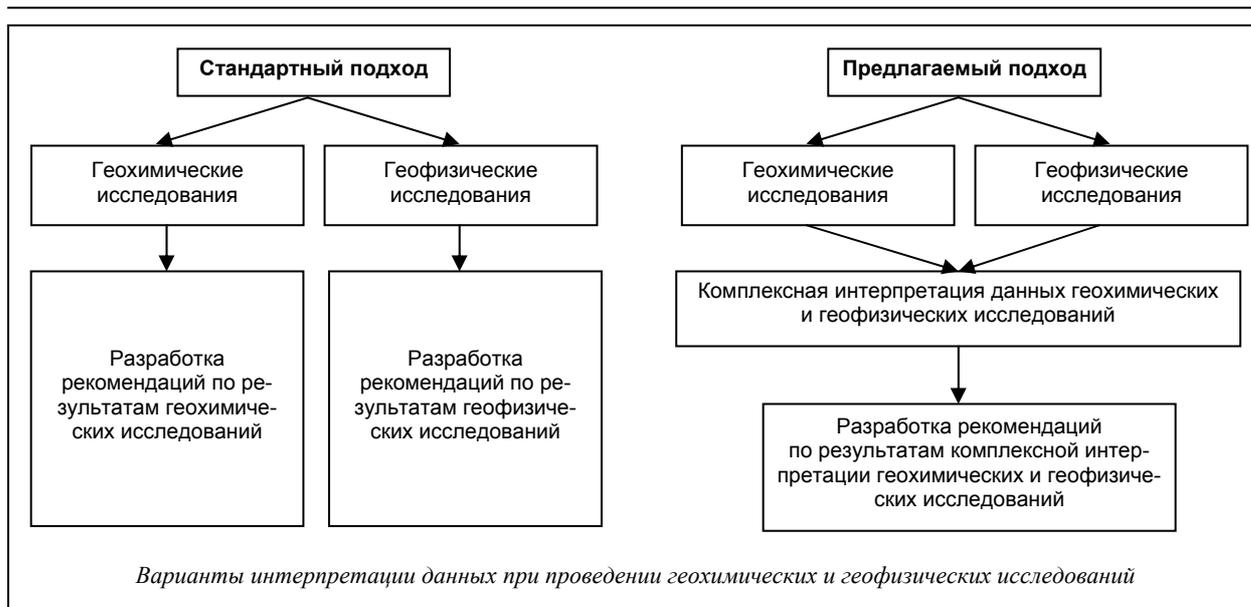
Сопоставление результатов интерпретации ГИС с данными испытаний

Скв.	Пласт	Объект	Интервал испытаний	Насыщенность интервалов по данным ГИС		Результаты испытаний	Сходимость результатов исследований и испытаний		Процент совпадений			
				Подрядчик (КруГР)	ЦНИП ГИС		КруГР	ЦНИП ГИС	КруГР		ЦНИП ГИС	
									Всего	Юра/АТ	Всего	Юра/АТ
21	Ю ₂	1	3990...3997	Неясно (рекоменд. 3990...3997)	Вода (реком. 3992...3998 выясн. продукт. пласта)	Незначит. приток фильтрата бурового раствора	±	±	43 % (2 из 7 совпало, 2 – наполовину)	Юра: 16,7 %	71,5 % (4 из 7 совпало, 2 – наполовину)	АТ: 100 %
	Ю ₁	2	3865...3874, 3879...3885	Возможно продукт (рекоменд. 3864,4...3888,2)	Возможно продукт (рекоменд. 3879...3888)	Притока не получено	-	-				
	Ю ₀	3	3852...3863	Неясно и возможно продукт (рекоменд. 3846,0...3863,1)	Не рекоменд.	Притока не получено	-	+				
	АчБУ ₁₃ ²	4	3822...3830 3833...3840	Продукт (рекоменд. 3822,3...3840,4)	Неясно (не рекоменд.)	Незначит. приток фильтрата бурового раствора с пленкой нефти	-	+				
	АчБУ ₁₃ ¹	5	3742...3750	Неясно (не рекоменд.)	Вода (рекоменд. 3742,5...3750,5 как г/геол. объект)	Незначительный приток воды с пленкой нефти	+	+				
	АчБУ ₁₃ ¹	6	3702...3719	Продукт (рекоменд. 3702,5...3718,6)	Продукт (рекоменд. 3703...3718 – уточнение характера насыщения)	Периодически переливающий приток воды и нефти	+	+				
	БУ ₁₀	7	3243...3246	Неясно (не рекоменд.)	Вода (не рекоменд.)	Приток воды с нефтью (до 11 %)	±	±				
24	Ю ₃	1	4038...4056	Продукт (рекоменд. 4038,0...4056,0)	Вода (не рекоменд.)	Незначит. приток воды с фильтратом бурового раствора	-	+	42 % (2 из 6 совпало, 1 – наполовину)	Юра: 0 %	75 % (4 из 6 совпало, 1 – наполовину)	АТ: 62,5 %
	Ю ₂ ⁰	2	3914...3920	Продукт (рекоменд. 3914,4...3920,2)	Неясно (рекоменд. 3911...3920,5 – уточнение коллекторских свойств)	Незначительный приток воды с пленкой нефти	-	+				
	АчБУ ₁₂	3	3804...3819	Продукт (рекоменд. 3803,3...3840,6)	Неясно (рекоменд. 3796,0...3808,5; 3811...3825,5 – уточнение коллекторских свойств)	Приток воды и нефти	+	±				
	АчБУ ₁₂	4	3722...3735	Вода (не рекоменд.)	Вода (не рекоменд.)	Приток воды с нефтью	±	-				
	АчБУ ₁₂	5	3698...3710	Вода (не рекоменд.)	Вода (не рекоменд.)	Приток воды с пленкой нефти	+	+				
	АчБУ ₁₂	6	3638...3642	Продукт (рекоменд. 3638,8...3653,7)	Не рекоменд.	Незначит. приток воды с пленкой нефти	-	+				

Сопоставление результатов комплексной интерпретации геохимических и геофизических материалов с данными испытаний

Скв.	Пласт	Объект	Интервал перфорации	Степень перспективности по данным геохимии	Оценка характера насыщения по ГИС (интерпр. ЗАО "НПЦ Геохимия")	Оценка перспектив по компл. методов	Результаты испытаний	Сходимость результатов исследований и испытаний	Процент совпадений	
									Всего	Юра/АТ
21	Ю ₂	1	3990...3997	Не персп.	Приток маловероятен	Не персп.	Незначительный приток фильтрата бурового раствора	+	93 % (6 из 7 совпало, 1 – наполовину)	Юра: 83 %
	Ю ₁	2	3865...3874, 3879...3885	Средняя	Приток маловероятен	Неясные	Притока не получено	±		
	Ю ₀	3	3852...3863	Не персп.	Не интерпр.	Не персп.	Притока не получено	+		
	АчБУ ₁₃ ²	4	3822...3830, 3833...3840	Не персп.	Приток маловероятен	Не персп.	Незначительный приток фильтрата бурового раствора с пленкой нефти	+		АТ: 100 %
	АчБУ ₁₃ ¹	5	3742...3750	Не персп.	Возможен приток воды	Не персп.	Незначительный приток воды с пленкой нефти	+		
	АчБУ ₁₃ ¹	6	3702...3719	Высокая	Возможен приток продукта	Высокие	Периодически переливающий приток воды и нефти	+		
	БУ ₁₀	7	3243...3246	Средняя	Ожидается приток воды	Неясные	Приток воды с нефтью (до 11 %)	+		
24	Ю ₃	1	4038...4056	Высокая	Приток маловероятен	Неясные	Незначительный приток воды с фильтратом бурового раствора	±	92 % (5 из 6 верно, 1 – наполовину)	Юра: 75 %
	Ю ₂ ⁰	2	3914...3920	Не персп.	Можно рекоменд. с целью изучения коллекторских свойств	Не персп.	Незначительный приток воды с пленкой нефти	+		
	АчБУ ₁₂	3	3804...3819	Высокая	Предполагается приток воды с нефтью	Средние	Приток воды и нефти	+		АТ: 100 %
	АчБУ ₁₂	4	3722...3735	Средняя	Возможен приток воды с незначит. содержанием нефти	Средние	Приток воды с нефтью	+		
	АчБУ ₁₂	5	3698...3710	Средняя	Ожидается приток воды	Неясные	Приток воды с пленкой нефти	+		
	АчБУ ₁₂	6	3638...3642	Не персп.	Приток маловероятен	Не персп.	Незначительный приток воды с пленкой нефти	+		

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



По материалам комплексной интерпретации (ГК + ГИС) общий процент совпадений в скв. 21 составил 93 % (см. табл. 3), а в скв. 24 – 92 %, в том числе для ачимовской толщи – 100 %, для юрских отложений – 75...83 %.

Приведенное сравнение наглядно показывает, что комплексная интерпретация данных геохимических исследований и ГИС значительно повышает достоверность прогноза при выделении нефтегазоперспективных объектов. Актуальность комплексного подхода при интерпретации данных ГИС и геохимии (рисунок) с целью выделения интервалов для дальнейшей постановки испытания в скважинах очевидна.

Выводы

1. Проведено сравнение прогноза по данным геохимического каротажа, ГИС, а также комплекса геохимического каротажа и ГИС с результатами испытаний и определена их степень сходимости.

2. Показано, что степень сходимости прогноза с результатами испытания составляет:

– по данным геохимического каротажа 67...86 % (скв. 24 и 21, соответственно);

– по данным ГИС:
 подрядная организация: 42...43 %;
 экспертная компания: 71,5...75 %;

– по данным комплексной интерпретации ГК и ГИС: 92...93 %.

3. Выяснено, что комплексный подход в интерпретации данных геохимического каротажа и ГИС значительно повышает достоверность прогноза при выделении нефтегазоперспективных интервалов.

4. Предложен вариант подхода к совместной интерпретации данных геохимического каротажа и ГИС при поисково-разведочном бурении на нефть и газ в пределах севера Западной-Сибири.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Геохимические исследования в пределах южного купола Медвежьего нефтегазоконденсатного месторождения / В.Л. Бондарев, М.Ю. Миротворский, В.Б. Зверева, В.Т. Гудзенко // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – М.: ОАО "ВНИИОЭНГ", 2009. – № 4.*
2. *Отчет по договору № РН-273/07 на проведение геохимических исследований по скв. №21 Западно-Юбилейной площади / В.Л. Бондарев, М.Ю. Миротворский, В.Б. Зверева, В.Т. Гудзенко [и др.] – М., 2008.*
3. *Отчет по договору № СГК-08-336/1 на проведение геохимических исследований по скв. № 24 Западно-Юбилейной площади / В.Л. Бондарев, М.Ю. Миротворский, В.Б. Зверева, В.Т. Гудзенко [и др.] – М., 2010.*
4. *Проект поисково-разведочных работ в меловых и юрских отложениях / А.А. Нежданов, Н.А. Туренков, С.Н. Чуйков [и др.] – Тюмень: ООО "ТюменНИИгипрогаз", 2002.*
5. *Зональный проект поисково-оценочных работ в меловых и юрских отложениях Южно-Падинской и Нерутинской площадей / А.А. Нежданов, Н.А. Туренков, С.Н. Чуйков [и др.]: Отчет о НИР /ТюменНИИгипрогаз. – Тюмень, 2004. – 251 с.*
6. *Бородкин В.Н. Основные результаты исследований по изучению геологического строения ачимовской толщи севера Западной Сибири // Горные ведомости. – 2005. – № 7.*