

П.Н. Корчагин, исполнительный директор; А.Б. Охотников, начальник отдела инженерии, e-mail: alexandr.okhotnikov@eriell.com; С.О. Солижонов, ведущий инженер отдела инженерии, РБЕ «Россия» Группы ERIELL; А.В. Королев, исполнительный директор M-I SWACO; А.В. Меденцев, руководитель технологической службы БЕ «Россия-суша»

Новые возможности использования буровых растворов на углеводородной основе



А.В. Королев

П.Н. Корчагин

СИТУАЦИЯ

История бурения в регионе субгоризонтальных газовых скважин на ачимовские горизонты (Ач 3–5, 3700–3820 м по вертикали) свидетельствовала об исключительных условиях залегания коллектора, а именно:

- о наличии переходной зоны кровли коллектора с высокими поровыми давлениями, диктующими строгие условия точной установки обсадной эксплуатационной колонны для изоляции ачимовских отложений с градиентом давления 1,70 при малой мощности самой кровли;
- об узком диапазоне между градиентами давлений обрушения стенок скважины и поглощений бурового раствора с высоким риском одновременно поглощений и проявлений;
- о неустойчивости самих перемычек между продуктивными ачимовскими пластами.

Все эти факторы приводили к серьезным авариям, включая ГНВП, потерю компоновок, ствола и поглощений бурового раствора. В связи большими рисками бурение субгоризонтальных скважин силами различных заказчиков в регионе было прекращено, и велось строительство только наклонно-направленных скважин.

По истечении времени, с появлением новых технологий бурения с целью увеличения добычи из ачимовских горизонтов Группа ERIELL предложила

Применение буровых растворов на углеводородной основе (РУО) и интегрированный инженерный подход впервые позволили успешно пробурить горизонтальную скважину на ачимовские отложения и возобновить бурение субгоризонтальных газовых скважин на Ямале.

специалистам компании «Шлюмберге» оценить возможность строительства субгоризонтальных скважин с учетом имеющихся у компании технологических решений.

РЕШЕНИЕ

Компания «Шлюмберге» совместно со специалистами Группы ERIELL подготовила комплексный проект по строительству подобных скважин, результатом которого было заключение, что бурение таких скважин возможно, но только при комплексном инженерном подходе, учитывающем множество аспектов, необходимых для успешной реализации данного проекта.

Предложением со стороны сегмента «Шлюмберге» по буровым растворам (M-I SWACO) было использование раствора на углеводородной основе MEGADRIL™ D, который, несмотря на



Фото 1. Глеб Паршин и Михаил Орлянский в НТЦ M-I SWACO. Оптимизация рецептуры и определение реологической модели раствора в забойных условиях на приборе GRACE M7500 НТНР

свою дороговизну, уже на практике доказал и окупил свою эффективность высокой стабильностью ствола и коммерческими скоростями бурения в интервале эксплуатационной колонны при прохождении так называемых шоколадных глин (нижняя подсвета тангаловской свиты) с зенитными углами до 90° (что невозможно было при использовании буровых растворов на водной основе) и стал уже стандартным решением для прохождения шоколадных глин с зенитными углами от 40°.

Для субгоризонтальной же скважины основным вызовом в плане выбора технологических решений и мероприятий стал горизонтальный интервал под хвостовик диаметром 152,4 мм и длиной до 1000 м в ачимовских отложениях.

Учитывая профиль скважины и длину интервала, оптимальным решением было использование бурового раствора РУО MEGADRIL™ D со смазочной добавкой EMI-1017, обеспечивающей высокие смазывающие свойства для операций по бурению и спуску хвостовика. Основным инженерным вопросом было определение и моделирование оптимальных (скорее даже – минимально допустимых) реологических параметров бурового раствора для очистки ствола скважины от выбуренной породы и гибкость их регулирования, учитывая достаточно большую плотность бурового раствора (1,70–1,72 г/см³). Согласно имеющемуся на тот момент опыту бурения, именно неизвестный тогда узкий безопасный диапазон между статической и эквивалентной циркуляционной плотностью бурового раствора приводил к авариям

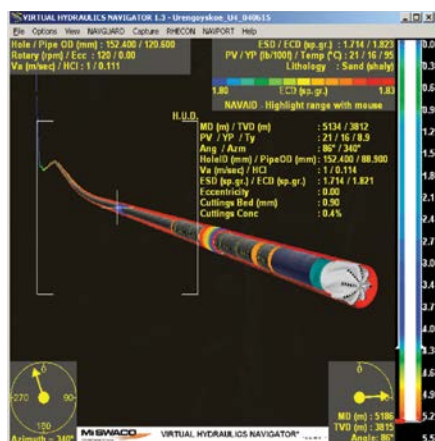


Рис. 1. Моделирование промывки скважины в программном пакете Virtual Hydraulics™

при строительстве скважин подобной конструкции, что неудивительно без грамотного и интегрированного подхода к строительству столь сложных скважин.

Учитывая предыдущий опыт бурения, на стадии планирования, сегментом М-І SWACO были реализованы следующие подходы:

- выбор типа и компонентов бурового раствора, по коэффициенту трения обеспечивающего дохождение нагрузки на долото, приемлемые нагрузки на бурильную колонну и успешный спуск хвостовика, учитывая профиль ствола скважины, конструкции бурильной колонны и хвостовика;
- подбор рецептуры и определение реологической модели раствора в скважинных условиях в российском НТЦ М-І SWACO г. Волжский;



Фото 2. Сарваржон Солижонов в НТЦ М-І SWACO. В процессе подбора рецептуры и определения реологических характеристик РУО MEGADRIL

- определение оптимальных режимов бурения и компоновки бурильной колонны с РУС PowerDrive X6 и долотом MDi413 SmithBits для обеспечения планируемого диапазона между эквивалентной статической и циркуляционной плотностью бурового раствора, а также очистки ствола скважины от выбуренной породы с помощью программного пакета VIRTUAL HYDRAULICS™;
- корректировка предварительного моделирования динамики бурения в

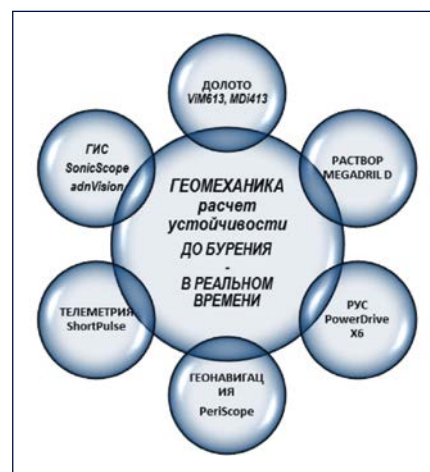


Рис. 2. Система расчета устойчивости

системе IDEAS для предлагаемой КНБК по режимам стабильного бурения интервала.

В процессе реализации проекта полевой инженер и группа поддержки бурения вели постоянное отслеживание процесса бурения, а именно:

- моделирование и оптимизацию промывки скважины в процессе бурения, режимов СПО и проработки в программном пакете VIRTUAL HYDRAULICS™ для оценки эквивалентной циркуляционной плотности и качества очистки ствола скважины;
- регулирование параметров раствора, режимов бурения и калибровку моделирования по результатам фактических замеров, передаваемых по гидравлическому каналу телесистемы ShortPulse с датчика забойного давления (APWD) в приборе геонавигации PERISCOPE;

Таблица 1. Состав и параметры раствора MEGADRIL™ D

Состав раствора MEGADRIL™ D			Параметры раствора MEGADRIL™ D		
Наименование реагента	Концентрация		Параметр (АНИ, 65 °С)	Значение	
DIESEL FUEL Euro5	л/м³	до соотн. УВ/В 90/10	Плотность	г/см³	1,71–1,72
WATER			Соотношение УВ/В	%/%	88/12–90/10
CALCIUM CHLORIDE	кг/м³	30–50	ПВ	сП	18–22
LIME	кг/м³	25–30	ДНС	фунт/100 фут²	14–20
MEGAMUL	л/м³	22–25	Р6		10–12
VERSAMOD	л/м³	6–8	LSYP		8–10
VERSATROL M	кг/м³	8–10	СНС 10 сек/10 мин.	фунт/100 фут²	10–12/16–18
VG-PLUS	кг/м³	8–10	Ф (API ВТВД)	мл/30 мин.	2–2,5
CALCIUM CARBONATE VF	кг/м³	100–200	Корка	мм	1
BARITE (API)	кг/м³	до 1,72 г/см³	CaCl2	%	25–30
EMI-1017	%	1–1,5	ЭС	Вольт	1600–2000

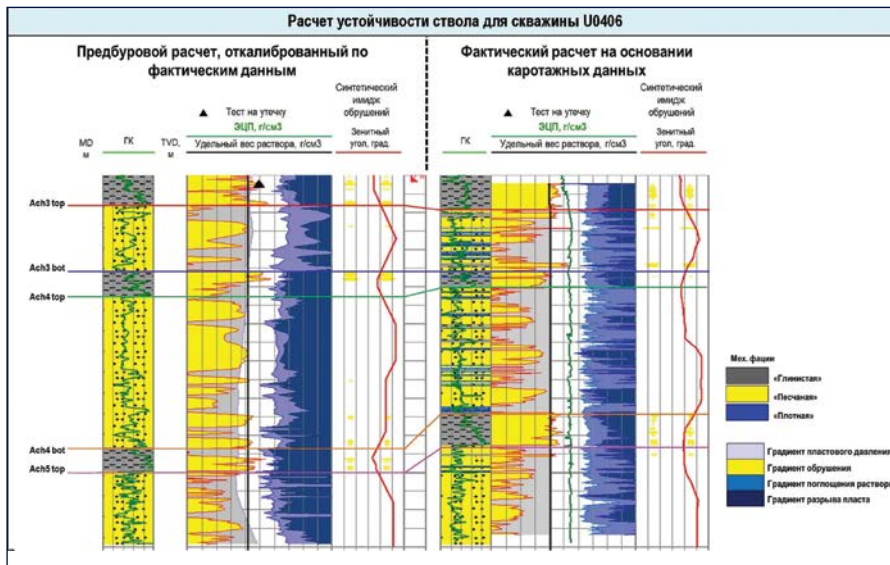


Рис. 3. Интерпретация геомеханических исследований с построением графика

- регулирование параметров бурового раствора по результатам прогнозирования градиентов давлений поглощения и обрушения, основанных на данных геомеханических исследований в реальном времени с помощью приборов adnVISION (плотностной (ГГК-п) и нейтронный (НК) каротаж) и SonicScore (акустический широкополосный каротаж);
- замер седиментационной устойчивости утяжеленного бурового раствора как в статических, так и в динамических условиях, включая лабораторные исследования и фактические замеры после СПО.

РЕЗУЛЬТАТ

Высокотехнологический буровой раствор MEGADRIL™ D и профессиональное инженерное сопровождение на стадии планирования и реализации проекта с применением последних технологических решений доказали свою высокую эффективность, ранее

недостижимую в регионе. Интервал эксплуатационной колонны и хвостовик были успешно пробурены за рекордные сроки, все колонны спущены до забоя. Технологические и экономические результаты полностью удовлетворили заказчика. По результатам первой скважины было решено возобновить субгоризонтальное бурение на ачимовские коллекторы в регионе.

ДЕТАЛИ

При бурении использовался буровой раствор на углеводородной основе (РУО) MEGADRIL™ D (табл. 1). Режимы бурения: подача насоса – 8–9 л/сек, давление – 200–220 атм., частота вращения КНБК – до 120–140 об./мин., температура раствора на выходе – 35–40 °С, на забое – до 120 °С. Фактический коэффициент трения, по данным K&M Technology Group, при спуске хвостовика в колонне – 0,25, в открытом стволе – 0,30–0,40.

Таблица 2. Основные данные скважины № U0406 куст № 4 Уренгойского месторождения

Показатель, ед. изм.	Данные
Срок строительства скважины, сут.	85
Глубина по стволу, м	5202
Глубина по вертикали, м	3820
Срок строительства горизонтального участка, сут.	12
Длина горизонтального участка, м	956
Диаметр долота, мм	152,4

В процессе бурения выдержан безопасный диапазон между фактической эквивалентной статической и циркуляционной плотностью бурового раствора 1,72–1,86 г/см³ (0,14 г/см³) в окне градиентов поглощения и обрушения 1,70–1,88.

ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ

Опыт бурения скважины показал, что без смены принятых технологических решений существовала возможность пробурить горизонтальный ствол до 1500 м. Также уже выработаны технологические решения для бурения аналогичных скважин вплоть до 2000 м горизонтального участка, а именно:

- буровые растворы с плоским (слабо зависящим от температуры) реологическим профилем РУО RHELIANT PLUS™ D и баритовым утяжелителем WARP, что позволит снизить и удержать эквивалентную циркуляционную плотность на конечном забое вплоть до 1,84–1,88 г/см³ без риска поглощений бурового раствора или гидроразрыва пласта;
- новая смазочная добавка EMI-10170B без влияния на реологические параметры утяжеленных буровых растворов;
- программный пакет I-BOSS (Opti-Stress) для выбора типа наполнителей с целью расширения градиента ГРП при работе на грани градиента разрыва пород;
- новый состав по борьбе с поглощениями FORM-A-BLOCK, прокачиваемый через КНБК без риска ее закупорки;
- multifunctional циркуляционный переводник WELL COMMANDER для установки пачек по борьбе с поглощениями на основе крупных наполнителей, без необходимости СПО для спуска воронки и до 9 циклов работы за рейс.



Группа ERIELL
119180, г. Москва,
1-й Голутвинский пер., д. 6
Тел.: +7 (495) 721-81-76
Факс.: +7 (495) 725-81-93
e-mail: moscow@eriell.com
www.eriell.com



15-я международная выставка

НЕФТЕГАЗ



26—29 мая 2014

**Оборудование и технологии
для нефтегазового комплекса**

Организаторы:

ЗАО «Экспоцентр» (Россия),
фирма «Мессе Дюссельдорф ГмБХ» (Германия)



Самая крупная выставка России 2011–2012 гг. по тематике «Нефть и газ» в номинациях: «Выставочная площадь», «Международное признание», «Охват рынка». Рейтинг составлен ТПП РФ и РСВЯ. Все выставки – участники рейтинга прошли независимый аудит статистических показателей в соответствии с международными правилами



www.neftegaz-expo.ru

ДО ВСТРЕЧИ В МАЕ В «ЭКСПОЦЕНТРЕ»!

Реклама

5-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

ЭНЕРКОН

ОТ СОВРЕМЕННЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ К СТАБИЛЬНОМУ
ОТРАСЛЕВОМУ РАЗВИТИЮ

26–28 мая

www.enercon-ng.ru