

ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОСТВОЛЬНЫХ СКВАЖИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ И КОЛТЮБИНГОВОГО КОМПЛЕКСА

А.И. Цынтарюк

Научный руководитель: ассистент Ю.А. Максимова

Научный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Многие нефтяные месторождения России и Белоруссии находятся на поздней стадии разработки, когда возрастает доля остаточной нефти и меняется структура запасов, - в залежах остаются огромные объемы трудно извлекаемой нефти.

В настоящее время на долю трудноизвлекаемых приходится 43,4% балансовых запасов республиканского унитарного предприятия «Производственное объединение Белруснефть». Из них более 90% составляют залежи с низкопроницаемыми карбонатными коллекторами. В таких условиях большое внимание необходимо уделять внедрению технологий, обеспечивающих эффективную разработку залежей с низкопроницаемыми коллекторами. В число, безусловно, перспективных в данном отношении технологий входит бурение на колтюбинге, включая бурение не депрессии, а также строительство, освоение и ремонт многозабойных скважин [2].

Добывающие скважины, эксплуатирующие залежи с низкопроницаемыми коллекторами работают с дебитами безводной нефти не более 3–5 т/сутки. Для увеличения охвата пластов вокруг таких скважин выработкой, увеличения дебита и рентабельности предлагается из основного ствола бурить в разных направлениях по 2–3 боковых ствола, что фактически преобразовывает данную скважину в многоствольную.

Реализацию данного решения начали с применением системы направленного бурения (СНБ) производства группы ФИД (фонд изобретательской деятельности) и колтюбингового комплекса (таблица 1).

Таблица 1

Состав и основные технические характеристики колтюбингового комплекса

Колтюбинговая установка МК30Т:	
- максимальное тяговое усилие инжектора, кН	360
- диаметр ГТ, мм	60,3
- допустимое максимальное давление на устье скважины, МПа	70
- скорость подачи ГТ, м/с	0,01-0,8
Насосная установка:	
- максимальное давление, МПа	70
- максимальный расход, л/с	12,5
Система очистки в составе:	
- вибросита, размер ячейки, мкм	80 – 100
- гидropескоотделители	

Анализ показывает, что для многих операций колтюбинговое бурение может быть более безопасным, быстрым и экономически высокоэффективным по сравнению с традиционным бурением. Особенно очевидны преимущества при первичном вскрытии продуктивных пластов с отрицательным дифференциальным давлением.

Проведение работ по колтюбинговому бурению требует наличия технических средств, позволяющих в режиме реального времени контролировать и управлять параметрами траектории ствола скважины, отслеживать и передавать на поверхность данные о забойных условиях работы КНБК.

Так как заявленные характеристики системы направленного бурения СНБ76М соответствовали предъявляемым требованиям к телеметрическим системам, было принято решение о применении ее в составе КНБК при отработке технологии бурения боковых стволов.

КНБК включала:

- долото типа PDC диаметром 92 мм;
- винтовой забойный двигатель ДР-73 с углом перекоса осей шпинделя 1°22';
- СНБ76М в составе:
 - переводник;
 - обратный клапан;
 - ориентатор;
 - модуль нагрузки;
 - модуль ориентации;
 - разъединитель аварийный электрический и клапан циркуляционный;
 - кран шаровой двойной;
 - быстроразъемное соединение;
 - соединитель с гибкой трубой луночного типа.

Так как СНБ предназначена для работы с кабельным каналом связи, гибкая труба была оснащена одножильным геофизическим кабелем.

Основными задачами проведения испытаний являлись оценка работоспособности СНБ и непосредственная отработка технологии бурения боковых стволов с использованием гибких труб. В результате стало возможным установить, что:

- СНБ работоспособна и позволяет управлять траекторией ствола скважины;

- необходимо уделять пристальное внимание вопросам ориентирования инструмента в условно вертикальных скважинах;
- забуривание бокового пилотного ствола роторной компоновкой должно производиться на длину колтюбинговой КНБК;
- после забуривания бокового пилотного ствола роторной компоновкой необходимо проводить дополнительные геофизические исследования пробуренного интервала для определения угловых параметров бокового ствола и литологической разности пород.

Опыт этих работ лег в основу планирования и реализации бурения боковых стволов в скважине 70 Мармовичского месторождения.

Целью данных работ является увеличение зоны дренирования низкопроницаемого пласта и, соответственно, дебита скважины путем строительства двух дополнительных коротких боковых стволов с максимальным отходом от основного ствола, эксплуатирующего целевой коллектор.

Испытания проведены в три этапа (рисунок 2). На первом подготовительном этапе в эксплуатационной колонне установили клиновой отклонитель, опираемый на мостовую пробку, с последующим вырезанием щелевидного "окна" в интервале глубин 2768–2770 м с помощью подъемного агрегата АП-80. Далее осуществлялось бурение роторной компоновкой пилотного ствола до глубины, обеспечивающей полный вход в него КНБК СНБ.

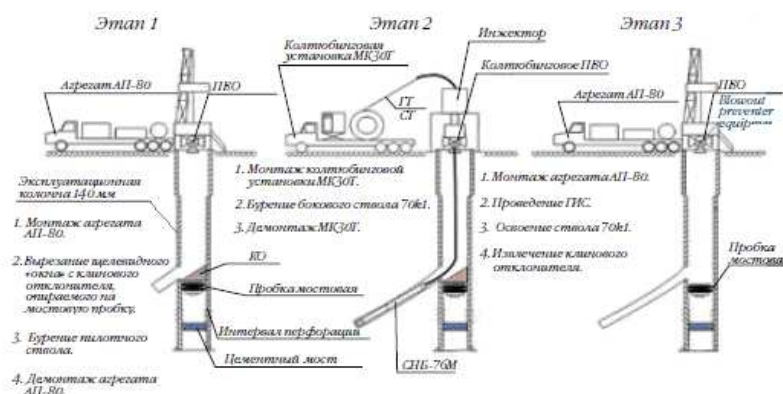


Рис. 2 Этапы проводки бокового ствола 70к1 на скважине № 70 Мармовичского месторождения

На втором этапе с помощью СНБ выполнена за один рейс проводка бокового ствола 70к1 в интервале глубин 2797 – 2860 м. Продуктивные отложения встречены в интервале глубин 2818 – 2858 м. Ориентирование производилось в направлении, обеспечивающем максимальный отход от основного ствола.

В процессе проводки бокового ствола периодически производилось сравнение показаний датчика гамма-каротажа СНБ с записью гамма-каротажа по основному стволу, по реперным пропалкам которого производилась привязка вскрываемых пород к уже известной литологии основного ствола. Геонавигационная привязка текущего расположения КНБК к геологическому разрезу основного ствола позволила с высокой степенью точности углубиться до заданной абсолютной отметки.

Режимно-технологические параметры бурения ствола 70к1 приведены в таблице 2. В соответствии с данными таблицы 2 при одинаковых режимах бурения в первом и третьем интервалах, наибольшая механическая скорость проходки достигнута в интервале бурения 2832 – 2860 м, что свидетельствует о лучших коллекторских свойствах пласта в этом интервале.

Таблица 2

Режимно-технологические параметры бурения ствола 70к1

№ интервала	Интервал бурения, м		Проходка в интервале, м	Мех. Скорость, м/ч	Осевая нагрузка, кН	Производительность насоса, л/с	Плотность бурового раствора, кг/м ³	Давление нагнетания, МПа	Перепад давления на ВЗД, МПа	Давление на забое, МПа	Температура, °С
	от	до									
1	2797	2811	13,4	1	10 – 15	3,5 – 4	1030	18 – 20	4,2 – 4,8	27	45 – 47
2	2811	2832	21,5	1,1	10 – 12	3 – 3,2		14 – 16	3,6 – 4,1	27,6	47 – 49
3	2832	2860	27,5	1,9	10 – 15	4		18 – 20	4,2 – 4,6	28,1	49 – 50

В результате выполненных работ с колтюбингом и СНБ пробурено 63 м горных пород, представленных глинистыми известняками с прослоями мергелей и доломитов, со средней механической скоростью 1,3 м/ч.

Приращение зенитного угла составило 25° , азимута – 40° . Средняя интенсивность искривления ствола скважины составила $3,6^\circ/10$ м.

В процессе бурения ствола СНБ в режиме реального времени сообщает следующую информацию:

- уровень естественного гамма-излучения;
- угол доворота инструмента;
- зенитный угол;
- азимут;
- нагрузка на долото;
- давление бурового раствора на забое;
- давление на ВЗД;
- температура на забое;
- уровень вибрации КНБК.

Это значительно облегчало процесс управления траекторией ствола скважины и режимом бурения.

На третьем этапе проведены геофизические работы и гидродинамические исследования бокового ствола 70k1. В результате гидродинамических исследований установлено, что дебит безводной нефти из пробуренного ствола составляет $13,9$ м³/сут. Основной ствол скважины работал с дебитом $4\text{--}5$ т/сутки, т.е. бурение бокового ствола позволит увеличить дебит скважины более чем в два раза. После освоения ствола 70k1 был извлечен клиновой отклонитель, над первым боковым стволом установлена мостовая пробка, на которую ориентировано установлен клиновой отклонитель для вырезания окна в обсадной колонне для второго бокового ствола. Забуривание второго бокового ствола производилось аналогичным образом.

На рисунке 3 приведены проектные и фактические траектории боковых стволов 70k1 и 70k2. Наибольшая интенсивность искривления бокового ствола 70k1 составила $5^\circ/10$ м, а ствола – 70k2 $4,9^\circ/10$ м, при этом отклонение забоя бокового ствола 70k1 от основного достигло 16 м, а ствола 70k2 – 35 м.

Учитывая опыт, накопленный в процессе бурения первого ствола, удалось увеличить скорость проходки второго ствола в $1,3$ раза.

В дальнейшем, после освоения второго бокового ствола, извлечения клинового отклонителя и разбуривания двух мостовых пробок планируется совместная эксплуатация открытых боковых стволов 70k1, 70k2 и интервала перфорации основного ствола.

На данном этапе работ по результатам колтюбингового бурения многоствольной скважины уже можно констатировать:

- СНБ является работоспособной системой, под контролем которой в скважине 70 Мармовичского месторождения пробурено более 160 м горных пород;
- применение СНБ позволило:
- обеспечить проводку обоих стволов по траекториям, интенсивность искривления которых превышает проектную;
- контролировать необходимые внутрискважинные параметры;
- получать данные в режиме реального времени и оперативно управлять процессом бурения.

Стабилизация работы СНБ в составе управляемой КНБК, наличие надежных средств управления траекторией ствола скважины, а также регистрации и передачи забойных данных – все это позволяет предполагать возможность перехода в ближайшей перспективе к более прогрессивным методам вскрытия продуктивных отложений с колтюбингом: бурению и заканчиванию скважин на равновесии и депрессии.

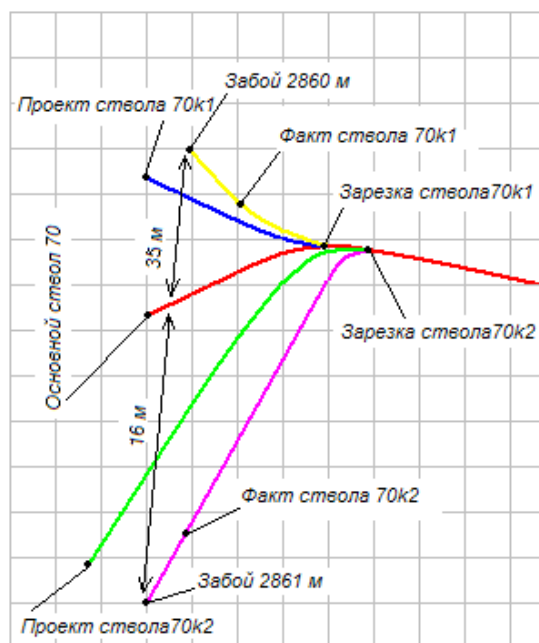


Рис. 3 Горизонтальные проекции основного и боковых стволов скважины № 70 Мармовичского месторождения

Литература

1. Бутов Ю.А. Опыт колтюбингового бурения многоствольных скважин // Оптимист «Время колтюбинга». – Москва, 2002. – №37. – С. 14 – 22.
2. Третьяков Д.Л. Развитие колтюбинговых технологий для активизации выработки трудноизвлекаемых запасов // Энерджи Пресс «Инженерная практика». – Москва, 2009. – №8. – С. 120 – 124.
3. Фонда изобретательской деятельности: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fidnov.com/> (Дата обращения: 02.11.2014). Режим доступа: свободный.