

УДК 550.832

М. В. Ракитин, Е. А. Игленкова, Д. В. Штепин
ООО "ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть"
Д. В. Васильев, Т. Р. Ассанова
Schlumberger

ТЕХНОЛОГИЯ УВЯЗКИ ДАННЫХ ГИС ПРИ БУРЕНИИ СВЕРХПРОТЯЖЕННЫХ НАКЛОННО-ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

Показана технология увязки данных ГИС при каротаже на геофизическом кабеле и при каротаже в процессе бурения для наклонно-горизонтальных сверхпротяженных скважин на месторождении им. Ю. Корчагина, Северный Каспий.

Ключевые слова: наклонно-горизонтальная скважина, каротаж, увязка данных, буровой инструмент, обсадная колонна.

Месторождение им. Ю. Корчагина, расположенное в российском секторе Каспийского моря, является первым нефтегазоконденсатным месторождением в данном регионе, введенным в промышленную эксплуатацию ОАО "ЛУКОЙЛ".

Залежи нефти этого месторождения по своему типу относятся к пластово-сводовому с газовой шапкой и приурочены к пологой антиклинальной структуре (рис. 1). Разработка месторождения ведется системой сверхпротяженных скважин длиной от 3000 до 7000 м со стационарной платформы, установленной в районе купола геологической структуры (рис. 2).

При строительстве и эксплуатации скважин используются разные способы измерения протяженности (глубины) ствола скважины. В зависимости от технических условий измерения проводятся разными мерами – с помощью обычного измерения каротажного кабеля при работах ГИС, с использованием технологии мокрого соединения при использовании кабеля с трубами (TLC), с использованием скважинного трактора, мер инструмента и обсадной колонны. На одной из скважин месторождения им. Ю. Корчагина спущено оптоволокно, соответственно, используется мера глубин оптоволокна по стволу скважины.

Каждая из этих мер имеет свои достоинства и недостатки, но глубина по стволу не может быть разной, поэтому все данные привязываются к глубинам, полученным при строительстве скважины.

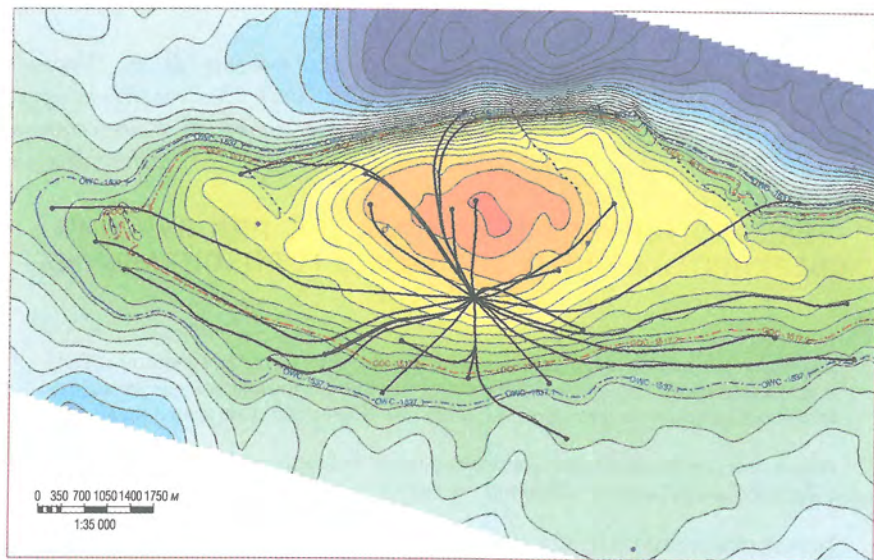


Рис. 1. Антиклинальная структура месторождения им. Ю. Корчагина



Рис. 2. Морская ледостойкая стационарная платформа МЛСП-1

Меры глубин

На разных этапах строительства скважины приходится сталкиваться с глубинами, замеренными разными способами. К сожалению, типовые инструкции ГИС предусматривают увязку данных ГИС разных секций скважины только для геофизического кабеля. При современном строительстве наклонно-горизонтальных скважин на море используется каротаж во время бурения (LWD), при котором данные по глубине получают по мере бурильного инструмента. Авторами выполнен сравнительный анализ кабельных мер, бурового инструмента и мер обсадных колонн, что позволило выработать общий подход к работе с глубинами, измеряемыми разными методами, и его практического применения на месторождении им. Ю. Корчагина.

Типовая конструкция скважин на этом месторождении включает в себя бурение под водоотделяющую колонну, кондуктор, техническую, эксплуатационную колонну и хвостовик (рис. 3). В ходе строительства скважин осуществляется переход от вертикальной геометрии измерений к горизонтальной.

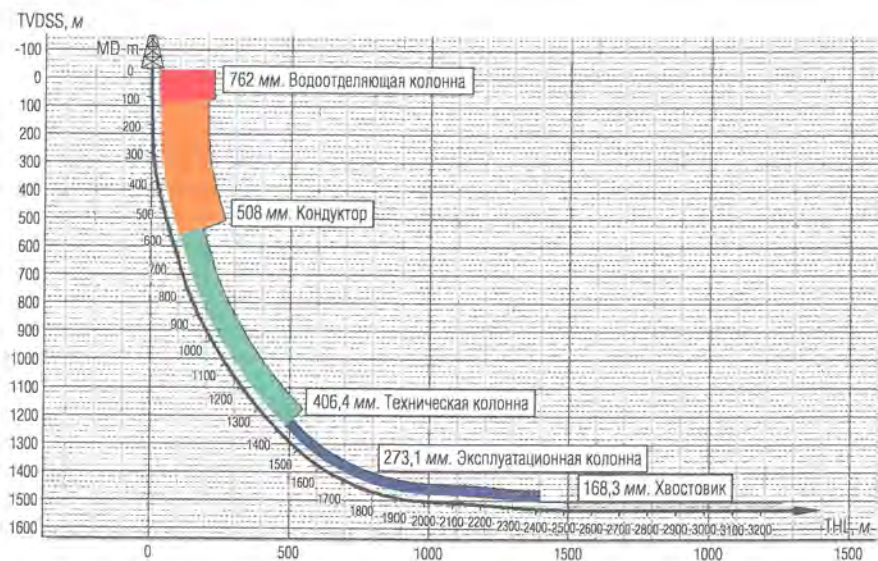


Рис. 3. Типовая конструкция скважин на месторождении им. Ю. Корчагина

На месторождении им. Ю. Корчагина, как правило, кондуктор и часть технической колонны находятся в рамках вертикальной геометрии. Геофизические исследования скважины в этих секциях осуществляются обычным способом на кабеле.

При бурении секций под эксплуатационную колонну и хвостовик используется каротаж в процессе бурения, где измерение глубин осуществляется по мере инструмента. Кроме этого, при определении качества цементирования эксплуатационной колонны используется кабельная глубина, а доставка приборов осуществляется скважинным трактором.

Дополнительную информацию по глубинам также можно получить по мерам обсадных колонн и хвостовика (башмак, пакеры и т. д.).

Таким образом, при строительстве скважин на месторождении им. Ю. Корчагина используются разные способы измерения глубин по стволу скважин:

- I. Секция под кондуктор. Меры:
 - 1) кабеля ГИС открытого ствола;
 - 2) спуска обсадной колонны;
 - 3) кабеля при АКЦ.
- II. Секция под техническую колонну. Меры те же, что и в случае I.
- III. Секция под эксплуатационную колонну. Меры:
 - 1) инструмента ГИС-бурение (LWD);
 - 2) спуска обсадной колонны;
 - 3) кабеля с трактором при АКЦ.
- IV. Секция под хвостовик:
 - 1) мера инструмента ГИС-бурение (LWD).

Каждая из этих мер имеет свои ошибки измерений, которые требуется учитывать при получении сводных данных ГИС по всему стволу. Технологии измерения меры бурового инструмента и обсадных колонн наиболее близки между собой.

Мера кабельной глубины

Измерения глубины по мере кабеля в секциях кондуктора и технической колонны ничем не отличаются от обычных измерений. Ошибки их измерения достаточно хорошо известны. В российской практике они изложены в Технической инструкции [1], в западной практике ошибка измерений составляет 0,05% от измеренной глубины [2].

Если в интервалах перекрытий меры кабеля находятся в рамках допустимых ошибок, а забой и башмак обсадной колонны также находятся в рамках этих расхождений, то проблем по увязке данных ГИС, как правило, не возникает. Основные проблемы возникают при сопоставлении мер кабеля, полученных при спускоподъемных операциях (СПО) с помощью мокрого соединения и скважинного трактора, а также мер инструмента и обсадных колонн. При этом следует отметить, что в вертикальной и слабонаклонной части скважины движение приборной связки осуществляется равномерно с помощью лебедки. При использовании труб, когда СПО осуществляется с помощью буровой лебедки, невозможно обеспечить равномерность движения труб и кабеля.

При использовании скважинного трактора в горизонтальной части ствола происходит некоторое отклонение от стандартного способа измерения глубины. Это связано в первую очередь с тем, что в вертикальной скважине лебедка с помощью кабеля поднимает всю аппаратную связку с равномерным натяжением кабеля от веса аппаратуры и трения. В горизонтальной части каротажная лебедка тянет по стволу приборную связку и трактор, то есть на первый план выходит движение по горизонтали. При записи результатов акустического цементомера (АКИЦ) с мерой кабель + трактор движение аппаратуры происходит в сильнонаклонной и частично горизонтальной части ствола. Сложную и тяжелую аппаратную связку приходится передвигать в среде со шламом, который создает дополнительные проблемы при движении, не поддающиеся точному численному расчету.

Кроме этого, как показывает практика, движение по горизонтальному стволу может быть крайне неравномерным, а в ряде случаев из-за шлама не удастся пройти с трактором даже до башмака эксплуатационной колонны.

Мера бурового инструмента и обсадной колонны

Технология мер инструмента и обсадных колонн хорошо известна. Измерения труб и других элементов проводят на поверхности и суммируют. Влияние таких факторов, как вес, температура, давление, силы трения, в сумме может привести к изменению длины бурового

инструмента и обсадной колонны. Кроме этого, поскольку измерения проводятся вручную, то требуется постоянный контроль, чтобы свести к минимуму человеческий фактор. Для этого службой ГТИ осуществляется постоянный контроль СПО.

Следует отметить, что меры инструмента и обсадной колонны осуществляются по всей длине, начиная от стола ротора. При использовании меры кабеля при каротаже открытого ствола запись происходит от забоя скважины до кровли интервала перекрытия (50 м обсадной колонны), и только записи АКЦ и других методов цементометрии осуществляются также по всей длине скважины вплоть до стола ротора.

Запись перекрытий для увязки

В вертикальных и наклонных скважинах для получения сводной глубины по всему стволу используется мера геофизического кабеля, которая контролируется записью перекрытия [1]. Данная технология используется при строительстве секций кондуктора и технической колонны.

При строительстве эксплуатационной колонны происходит увязка глубин, полученных по мере кабеля в секции технической колонны, и меры бурового инструмента. Как и при работе с кабельной мерой, делается перекрытие в интервале башмака технической колонны. Запись каротажа бурения начинается еще в технической колонне, где есть надежные геологические реперы по гамма-каротажу. Дополнительным контролем является глубина спуска башмака технической колонны, которая наиболее надежно отбивается по данным электрического каротажа.

При бурении под хвостовик эксплуатационной колонны также делается запись перекрытия в интервале башмака эксплуатационной колонны. Для увязки и контроля также используются геологические реперы и башмак эксплуатационной колонны.

Для обычной меры кабеля ошибки измерений регламентированы технической инструкцией, а расхождения мер кабеля и инструмента техническими инструкциями в настоящее время не регламентированы. В связи с этим требуется дополнительный анализ на практическом материале.

Анализ проводился в два этапа. Сначала были проанализированы расхождения меры инструмента и башмаков обсадных колонн (ОК), а затем был проведен анализ расхождений с кабелем.

В табл. 1 представлены расхождения мер инструмента и башмаков ОК по трем горизонтальным (условные номера 1, 5, 3) и одной вертикальной (V) мерам. Расхождения составляют порядка 1,5 м. Из опыта работ по другим скважинам расхождения также не превышают этой величины.

Таблица 1

Сравнение глубин башмаков ОК, полученных по мере бурового инструмента и реестра ОК (до увязки)

Секция	Меры	1	5	3	V
II секция Техническая колонна	Реестр	1608,6	1492,7	1408,3	1539,8
	LWD	1607,5	1491,7	1406,7	1540,1
	Расхождение, м	1,1	1,0	1,6	-0,3
III секция Эксплуатационная колонна	Реестр	3564,0	2595,7	2407,7	2779,9
	LWD	3563,3	2594,8	2406,5	2780,4
	Расхождение, м	0,7	0,8	1,2	-0,5

Примечание. Строки (реестр) – глубины башмаков по реестру ОК. Строки (LWD) – глубины башмаков, полученные по мере бурового инструмента (по данным электрических методов).

Для анализа расхождений с учетом меры кабеля были использованы увязанные данные каротажа бурения в интервале перекрытия технической колонны совмещением кривых (LWD-сдвиг).

Из табл. 2 следует, что расхождение между увязанными данными и башмаками обсадных колонн уменьшилось и стало иметь разный знак.

Как отмечалось ранее, в настоящее время не существует технической инструкции для увязки данных при бурении горизонтальных скважин с использованием каротажа в процессе бурения (LWD). В связи с этим, на основе накопленного опыта, специалистами ООО «ЛУКОЙЛ–Нижневолжскнефть» и компании Schlumberger для того, чтобы повысить контроль измерений глубин различными мерами и уменьшить неоднозначность сводных данных ГИС по глубине, был разработан и составлен регламент.

Таблица 2

Сравнение глубин башмаков ОК, полученных по мере бурового инструмента и реестра ОК (после увязки)

Секция	Меры	1	5	3	V
II секция Техническая колонна	Реестр	1608,6	1492,7	1408,3	1539,8
	LWD	1607,5	1491,7	1406,7	1540,1
	LWD_сдвиг	1608,1	1492,4	1408,7	1540,3
	Расхождение без увязки, м	1,1	1,0	1,6	–0,3
	Расхождение после увязки, м	0,5	0,3	–0,4	–0,5
III секция Эксплуатационная колонна	Реестр	3564,0	2595,7	2407,7	2779,9
	LWD	3563,3	2594,8	2406,5	2780,4
	LWD_сдвиг	3564,6	2595,35	2407,4	2780,5
	Расхождение без увязки, м	0,7	0,8	1,2	–0,5
	Расхождение после увязки, м	–0,6	0,3	0,3	–0,6

Примечание. Строки (реестр) – глубины башмаков по реестру ОК. Строки (LWD) – глубины башмаков, полученные по мере бурового инструмента (по данным электрических методов). Строки (LWD_сдвиг) – глубины башмаков, полученные после увязки данных к предыдущей секции.

Выводы

1. При употреблении меры кабеля с использованием скважинного трактора в сильнонаклонной и горизонтальной части ствола скважины на измерения глубин влияют факторы, не поддающиеся точному численному анализу.
2. Для увязки данных каротажа во время бурения весьма эффективной оказалась запись перекрытий с дополнительным контролем по мере башмаков обсадных колонн.
3. В связи с увеличением объема LWD требуется разработка технической инструкции (регламента) для увязки данных ГИС бурения наклонно-горизонтальных скважин.

ЛИТЕРАТУРА

1. РД 153-39,0-072-01 "Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах". Минэнерго России, 2001.
2. Техническая инструкция компании Schlumberger по измерению глубины на кабеле.

Рецензент канд. техн. наук Л. Г. Леготин

УДК 550.832.44

И. Я. Адиев
ОАО НПФ "Геофизика"
В. М. Коровин
ОАО "Башнефтегеофизика"
И. Р. Сафиуллин
НПО "Нефтегазтехнология"

**СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБВОДНЕННОСТИ
ПРОДУКЦИИ СКВАЖИНЫ СТАЦИОНАРНЫМИ
АКУСТИЧЕСКИМИ ДАТЧИКАМИ В УСЛОВИЯХ
ОДНОВРЕМЕННО-РАЗДЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
НЕСКОЛЬКИХ ПЛАСТОВ**

Приведено описание скважинной геофизической аппаратуры, включающей в себя систему акустических датчиков, для определения обводненности продукции пластов при их одновременно-раздельной эксплуатации (ОРЭ). Принцип определения доли воды в пластовой жидкости основан на фиксации раздела фаз и расчете объема, занимаемого водной фазой в колонне НКТ после остановки притока жидкости из пласта.

Ключевые слова: нефть, добыча, скважина, обводненность, акустика, датчики.

Показатель обводненности добываемой продукции является одним из основных и важных технологических параметров работы добывающих нефтяных скважин. От этого параметра зависит принятие решений в различных сферах нефтедобычи, начиная от регулиро-



8

(242)



Месторождение
им. Ю. Корчагина

КАРОТАЖНИК

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

ТВЕРЬ 2014