

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КООРДИНАТ В СКВАЖИНЕ

Ракитин Михаил Владиславович, ведущий геофизик

ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, 1
E-mail: Mikhail.Rakitin@lukoil.com

Семикин Дмитрий Анатольевич, начальник

ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, 1
E-mail: Dmitry.Semikin@lukoil.com

Халиуллов Ильдар Ряшитович, ведущий геолог

ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, 1
E-mail: Ildar.Khaliullov@lukoil.com

Дуванова Мария Евгеньевна

руководитель группы мониторинга геолого-разведочных работ

Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-ВолгоградНИПИморнефть»
414001, Российская Федерация, г. Астрахань, пр-т Гужвина, 12
E-mail: marya.duvanova@yandex.ru

Андреев Леонид Алексеевич, геолог 2 категории

ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, 1
E-mail: Leonid.Andreev@lukoil.com

Каротажные методы дают исключительно полные сведения о разрезе скважин. Непрерывность измерения различных физических показателей – основное преимущество этих методов. Отбор керна – всегда неполный, поэтому керн характеризует лишь отдельные интервалы пройденного разреза. Каротажные диаграммы показывают строение разреза в целом. При выявлении данных каротажа необходимо убедиться в достоверности получаемых нами физических параметрах. Это относится не только к регистрации сложных физических параметров, но и к глубине по стволу скважины. В процессе строительства скважины она последовательно измеряется разными способами. Современные исследования скважин – каротаж в процессе бурения LWD (logging while drilling) – позволяют экономить время на исследование скважин. В связи с этим значительно уменьшается зона проникновения фильтрата бурового раствора в пласт, что приводит к сокращению времени на его освоение. С помощью применения нейтронного и лито-плотностного каротажа во время бурения появляется возможность более корректно оценивать литологию и пористость пласта. Применение азимутальных методов каротажа позволяет определять угол и азимут

напластования, а также другие структурные элементы пласта, необходимые для эффективной геонавигации в процессе бурения. При бурении поступают данные глубины меры инструмента каротажа бурения (M&D, LWD) и ГТИ. Проведя каротаж на кабеле, получаем меру глубин каротажного кабеля. Спуск обсадной колонны даст меру ее муфтовых соединений, заколонных пакеров, башмака и других элементов конструкции (мера обсадной колонны). Для исследования крутонаклонных и горизонтальных стволов используют СПО на трубах с мокрым соединением (мера – кабель и трубы) или скважинного трактора (мера-кабель и трактор). Если оптоволоконно спущено в скважину, то измеряют меру глубин по оптоволокну. Таким образом, существуют пять разных способов измерения глубины по стволу скважины. Каждый из них имеет ошибки измерения, достоинства и недостатки. Глубина для каждой скважины должна быть одна.

Ключевые слова: геолого-технологические исследования, скважина, каротажные методы, глубина, параметры

WAYS OF DEFINITION OF DEPTH AND SPATIAL COORDINATES IN THE WELL

Rakitin Mikhail V.

Leading geophysicist
JSC «LUKOIL-NIZHNEVOLZHSKNEFT»
1 Admiralteysky, Astrakhan, 414000, Russian Federation
E-mail: Mikhail.Rakitin@lukoil.com

Semikin Dmitriy A.

Head of the Department
JSC LUKOIL-NIZHNEVOLZHSKNEFT
1 Admiralteysky, Astrakhan, 414000, Russian Federation
E-mail: Dmitry.Semikin@lukoil.com

Khaliullov Ildar R.

Leading geologist
JSC «LUKOIL-NIZHNEVOLZHSKNEFT»
1 Admiralteysky, Astrakhan, 414000, Russian Federation
E-mail: KhaliullovIR@lukoil.com

Duvanova Mariya Ye.

Head of the group of monitoring of geological exploration activities
JSC LUKOIL-Engineering Branch “Volgogradnipimorneft”
12 Guzhvin av., Astrakhan, 414001, Russian Federation
E-mail: mariya.duvanova@yandex.ru

Andreev Leonid A.

Geologist of 2 categories
JSC «LUKOIL-NIZHNEVOLZHSKNEFT»
1 Admiralteysky, Astrakhan, 414000, Russian Federation
E-mail: Leonid.Andreev@lukoil.com

Log supply exclusively full information on a cut of chinks. A continuity of measurement of various physical indicators are the basic advantage of these methods. Core

selection - always incomplete, therefore a core characterises only separate intervals of the passed cut, logging diagrammes show a cut structure as a whole. Obtaining given каротажа drillings it is necessary to be first of all assured that received physical parametres at us authentic. It concerns not only registration of difficult physical parametres, but also to depth on a chink trunk. In the course of building of a chink it is consistently measured in the different ways. Modern researches of chinks are log in the course of drilling LWD (logging while drilling) allow to save time for research of chinks in this connection the zone of penetration of a filtrate of a chisel solution in a layer considerably decreases that leads to reduction of time for its development. By means of application neutron and lito-plotnostnogo log during drilling there is a possibility more correctly to estimate lithology and porosity of a layer. Application of azimuthal methods log allows to define a corner and an azimuth Layer on a layer, and also other structural elements of a layer necessary for effective geonavigation in the course of drilling. At drilling the given depths of a measure of the tool log drillings (M&D, LWD) and Geology-technological researches in the wells arrive. Having spent log on a cable, we receive a measure of depths logging a cable.

Keywords: geology-technological researches, well, log methods, depth, parameters

При строительстве обычных скважин единая глубина формируется из меры кабеля. При бурении каждый новый каротаж увязывается с предыдущим в соответствии с технической инструкцией [4].

Привязка по глубине каротажа бурения не регламентирована в настоящее время. Поэтому специалистами ООО «ЛУКОЙЛ-Нижевожскскнеть» и Schlumberger был разработан соответствующий регламент записей перекрытия каротажа бурения с учетом особенностей используемой технологии. Кроме привязки в интервале перекрытия можно провести поверку работы модулей каротажа бурения (ГК, НК, ИГН). Все последующие данные привязываются к данным каротажа открытого ствола и в определенной степени контролируют достоверность измерения глубины.

Знание пространственных координат бурящегося ствола скважины – одна из наиболее важных задач по следующим причинам: во-первых, нельзя допустить пересечения стволов; во-вторых, необходимо знать, как точно мы придерживаемся проектной траектории. И в-третьих, знание точности определения абсолютных отметок ГВК и ГНК дает дополнительную информацию о корректности принятой геологической модели разрабатываемого месторождения [1].

Метод инклинометрии стоит особняком в ряду геофизических методов по нескольким причинам. Во-первых, при расчетах в инклинометрии используются все данные, начиная от устья. Поэтому ошибка по глубинам в верхней части ствола будет сказываться на всех последующих результатах измерений [5, 14]. Пример грубейшей ошибки при работе в Западной Сибири проведен на рисунке 1.

Первая организация осуществляла исследования аппаратурой на кабеле. Бурение проводилось по инклинометрии каротажа бурения (мера глубины – буровой инструмент). В результате были получены расхождения по вертикали почти на 5 метров. Это заставило привлечь к решению вопроса о таком значительном расхождении третью организацию. Она проводила исследования гироскопом на кабеле с другим каротажным подъемником [3, 15]. Сравнение полученных данных потребовало провести дополнительную проверку результатов работы первой организации. Эта проверка показала ошибку в привязке данных ГИС на глубине 1100 м. Следует отметить, что измерение

глубины тремя разными методами с привлечением трех разных организаций происходит очень редко.

Во-вторых, при использовании одних и тех же данных, но, применяя разные алгоритмы расчетов [6, 12], можно получить различные результаты. Основными методами расчетов пространственных координат ствола скважины являются: тангенциальный, метод среднего угла, метод радиуса кривизны и метод минимальной кривизны.

Наиболее точный из них – метод минимальной кривизны, который наиболее широко используется в современной практике.

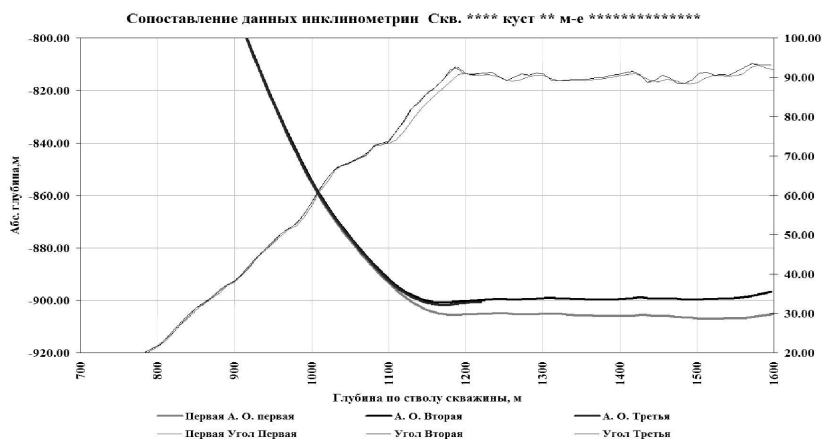


Рис. 1. Пример ошибки по глубинам в результатах расчетов инклинометрии

В-третьих, при бурении горизонтального ствола, ошибка расчетных параметров траектории ствола растет. Для ее оценки используют расчет эллипса неопределенности (рис. 2). Этот расчей описан во многих литературных источниках (например, [8]).

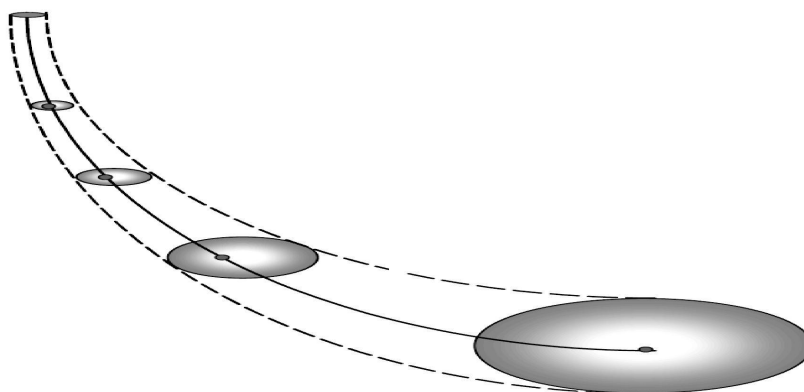
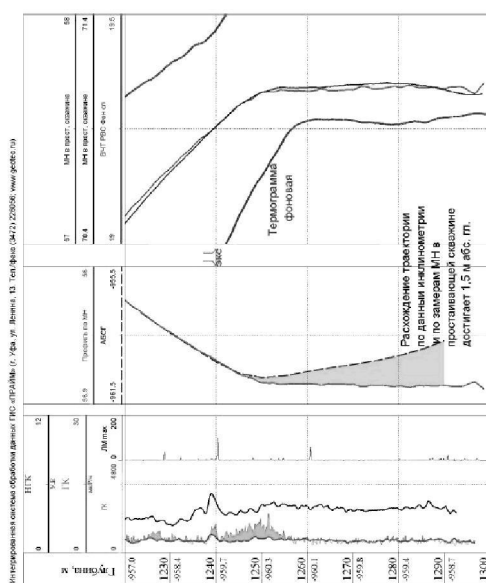


Рис. 2. Графическое отображение ошибок пространственных координат в горизонтальном стволе

Расчеты, как правило, проводятся в аксиоматике абсолютной вероятности. В реальной практике, когда скважина проводится с учетом геологической модели (абсолютные отметки ГНК и ВНК выступают как опорная ин-

формация), уже работает условная вероятность. С учетом этого реальные ошибки пространственных координат будут меньше. В настоящее время это никак не учитывается.

Специалистами Башкирского государственного университета предложен метод проверки абсолютных глубин горизонтального ствола методом барометрии (рис. 3). Измерения проводятся в остановленной скважине с однородным флюидом по горизонтальному стволу. Так как плотность флюида одинакова, то изменение давления будет определяться только изменением абсолютных глубин. Таким образом, появляется возможность проверить абсолютные глубины инклинометрии другим физическим методом.



Оценка погрешности определения траектории горизонтального ствола по замерам МН

Скв. №3. Наблюдается строгое совпадение замеров МН на спуске и подъеме.

Распределение давления в горизонтальном стволе коррелирует с термограммой и методами состава.

Рис. 3. Пример использования барометрии [7, 13]

При обработке данных ГИС, в существующей практике, с аппаратурой на кабеле каротажная информация последовательно проходит три этапа обработки и анализа. На первом этапе осуществляется экспресс-анализ (QuickLook). Он проводится в реальном времени параллельно с регистрацией и обработкой получаемых данных. На данном этапе инженер-геофизик не должен допустить запись бракованных данных из-за некорректной работы аппаратуры и осуществить привязку данных ГИС по глубинам. Современные технические возможности позволяют получать Заказчику исходную информацию в реальном времени. Для кабельной аппаратуры это практически не используется.

На втором этапе осуществляется предварительная обработка полученных каротажных данных. Результаты предварительного заключения – это конкретная информация. Она позволяет Заказчику начать работы по следующему этапу строительства скважины, РИР и КРС (принятие решения о спуске колонны, определение интервалов перфорации, поиск заколонных перетоков, негерметичностей и т.д.).

На последнем, окончательном этапе, получают максимально достоверные результаты с использованием: данных по самой скважине и ближайших

соседних скважинах, окончательной оценки качества полевых данных, знаний и опыта инженера-интерпретатора [9, 11].

При решении производственных задач весьма полезными могут оказаться рекомендации инженеров-геофизиков для дальнейших работ. При использовании каротажа бурения горизонтальных скважин данная схема перестает удовлетворять производственным потребностям по следующим причинам: данные ГИС получают в реальном времени, и в случае некорректной работы аппаратуры требуется принятие решения о подъеме инструмента в максимально короткие сроки; геологам и буровикам требуется «видеть» данные физических измерений и понятную для них информацию – литологию, пористость, характер насыщения коллектора, кавернозность и другие параметры. После окончания бурения эксплуатационного ствола требуется в кратчайшие сроки скорректировать схему хвостовика (интервалы установки фильтров, глухих труб, количество и местоположение пакеров) [2, 10].

Следовательно, получаем два этапа обработки получаемых данных. На первом этапе требуется осуществлять экспресс-анализ и предварительную обработку в реальном времени. На втором, и окончательном, этапе требуется получать прогноз дебита и профиль притока для открытого ствола, который служит основой для определения окончательной компоновки хвостовика.

Список литературы

1. Аксельрод С. М. Оптико-волоконная технология при геофизических исследованиях в скважинах (по материалам иностранной литературы) / С. М. Аксельрод // Каротажник. – 2006. – № 1. – С. 104–141.
2. Геофизические исследования действующих горизонтальных скважин : презентация. – Уфа : Башкирский государственный университет, 2010.
3. Горбачев Ю. И. Геофизические исследования скважин / Ю. И. Горбачев. – Москва : Недра, 1990. – 398 с.
4. Горбачев Ю. И. Геофизические методы контроля за разработкой нефтегазовых месторождений / Ю. И. Горбачев, А. И. Ипатов. – Москва : Государственная Академия нефти и газа им. И. М. Губкина, 1996. – 129 с.
5. Гречухин В. В. Геофизические методы изучения геологии угольных месторождений / В. В. Гречухин. – Москва : Недра, 1995. – 477 с.
6. Карлов К. Р. Оптико-волоконная технология при мониторинге природных резервуаров / К. Р. Карлов, А. П. Зубарев // Каротажник. – 2006. – № 9. – С. 44–53.
7. Кожевников С. Технология компьютеризированного контроля процесса КРС – первый опыт внедрения и перспективы развития / С. Кожевников, А. Токман, О. Тинакин, Р. Алиев // Технологии топливно-энергетического комплекса. – 2003. – № 1. – С. 16–18.
8. Козыряцкий Н. Г. Анализ точности расчета координат ствола скважины по данным инклинометрии / Н. Г. Козыряцкий // Каротажник. – 2002. – Вып. 98. – С. 115–122.
9. Латышова М. Г. Практическое руководство по интерпретации диаграмм геофизических исследований скважин / М. Г. Латышова. – Москва : Недра, 1991. – 219 с.
10. Лухминский Б. Е. Интеллектуальное обустройство эксплуатационных скважин (Smart Wells 2003–2004) / Б. Е. Лухминский // Каротажник. – 2006. – № 7. – С. 191–194.
11. Мангазеев П. В. Гидродинамические исследования эксплуатационных и нагнетательных скважин / П. В. Мангазеев, М. В. Панков, Т. Е. Кулагина, М. Р. Камаргдинов. – Томск : Томский политехнический университет, 2009. – 243 с.
12. Поляков И. О. Описание структуры геофизических палеток в формате XML-файла / И. О. Поляков // Каротажник. – 2007. – Вып. 7 (160). – С. 90–93.
13. РД 153-39.0-072-01 Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах. – Введен 2001-07-01. – Москва : Министерство энергетики Российской Федерации, 2001. – № 134.

14. Хмелевской В. К. Геофизические методы исследования земной коры : учебное пособие / В. К. Хмелевской. – Дубна : Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 1997. – Часть 1. – 276 с.

15. Широков В. Н. Скважинные геофизические информационно-измерительные системы / В. Н. Широков, Е. М. Митюшин, В. Д. Неретин. – Москва : Недра, 1996. – 317 с.

References

1. Akselrod S. M. Optiko-volokonnaya tekhnologiya pri geofizicheskikh issledovaniyakh v skvazhinakh (po materialam inostranoy literatury) [Optiko-fiber technology at the geophysical researches in wells (on materials of the foreign literature)]. *Karotazhnik* [Karotazhnik], 2006, no. 1, pp. 104–141.

2. *Geofizicheskie issledovaniya deystvuyushchikh gorizontalnykh skvazhin* [Geophysical researches of operating horizontal wells], Ufa, Bashkir State University Publ. House, 2010.

3. Gorbachev Yu. I. *Geofizicheskie issledovaniya skvazhin* [Geophysical researches of wells], Moscow, Nedra Publ., 1990. 398 p.

4. Gorbachev Yu. I., Ipatov A. I. *Geofizicheskie metody kontrolya za razrabotkoy neftegazovykh mestorozhdeniy* [Geophysical methods of control over the development oil and gas fields], Moscow, Gubkin Russian Academy of Oil and Gas Publ. House, 1996. 129 p.

5. Grechukhin V. V. *Geofizicheskie metody izucheniya geologii ugolnykh mestorozhdeniy* [Geophysical methods of studying of geology of coal fields], Moscow, Nedra Publ., 1995. 477 p.

6. Karlov K. R., Zubarev A. P. Optiko-volokonnaya tekhnologiya pri monitoringe prirodnykh rezervuarov [Optical-fiber technology at the monitoring of natural reservoirs]. *Karotazhnik* [Karotazhnik], 2006, no. 9, pp. 44–53.

7. Kozhevnikov S., Tokman A., Tinakin O., Aliev R. Tekhnologiya kompyuterizirovannogo kontrolya protsessa KRS-pervyy opyt vnedreniya i perspektivy razvitiya [Technology of the computerised control of process the KRS is the first experience of introduction and development prospect]. *Tekhnologii toplivno-energeticheskogo kompleksa* [Technology of fuel and energy complex], 2003, no. 1, pp. 16–18.

8. Kozyryatskiy N. G. Analiz tochnosti rascheta koordinat stvola skvazhiny po dannym inklinometrii [Analysis of accuracy of calculation of co-ordinates of a trunk of a well by data directional survey]. *Karotazhnik* [Karotazhnik], 2002, issue 98, pp. 115–122.

9. Latyshova M. G. *Prakticheskoe rukovodstvo po interpretatsii diagramm geofizicheskikh issledovaniy skvazhin* [Practical guide on interpretation of diagrams of geophysical researches of wells], Moscow, Nedra Publ., 1991. 219 p.

10. Lukhminskiy B. Ye. Intellektualnoe obustroystvo ekspluatatsionnykh skvazhin (Smart Wells 2003–2004) [Intellectual arrangement of operational wells (Smart Wells 2003–2004)]. *Karotazhnik* [Karotazhnik], 2006, no. 7, pp. 191–194.

11. Mangazeev P. V., Pankov M. V., Kulagina T. Ye., Kamartdinov M. R. *Gidrodinamicheskie issledovaniya ekspluatatsionnykh i nagnetatelnykh skvazhin* [Hydrodynamic researches of operational and injection wells], Tomsk, Tomsk Polytechnic University Publ. House, 2009. 243 p.

12. Polyakov I. O. Opisanie struktury geofizicheskikh paletok v formate XML-fayla [Geophysical chart structure description in the XML file format]. *Karotazhnik* [Karotazhnik], 2007, no. 7, pp. 90–93.

13. *RD 153-39.0-072-01 Tekhnicheskaya instruksiya po provedeniyu geofizicheskikh issledovaniy i rabot priborami na kabele v neftyanykh i gazovykh skvazhinakh* [RD 153-39.0-072-01 Technical instruction on carrying out of geophysical researches and works with devices on a cable in oil and gas wells]. Introduced 2001–07–01. Moscow, Ministry of Energy of the Russian Federation Publ., 2001, no. 134.

14. Khmelevskoy V. K. *Geofizicheskie metody issledovaniya zemnoy kory* [Geophysical methods of research of earth crust], Dubna, Dubna International University for Nature, Society and Men, 1997, part 1. 276 p.

15. Shirokov V. N., Mityushin Ye. M., Neretin V. D. *Skvazhinnye geofizicheskie informatsionno-izmeritelnye sistemy* [Wells geophysical information and measuring systems], Moscow, Nedra Publ., 1996. 317 p.