

*Воропаев Виталий Викторович
студент 3 курса магистратуры,
Нефтегазовое дело
Тюменский индустриальный университет,
Россия, г. Тюмень
e-mail: 3vitaliy.voropaev@mail.ru*

*Научный руководитель: Паниковский Е.В.,
ассистент,
Тюменский индустриальный университет
Россия, г. Тюмень*

АНАЛИЗ ОБЩИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИСКРИВЛЕНИЯ СКВАЖИН

***Аннотация:** Развитие и совершенствование технологии бурения, рациональной системы организации работ по нефтедобычи на настоящее время является основным эффектом для достижения поставленных задач наряду с обеспечением качества и эффективности работы, с целью получения значительного экономического эффекта за счет вложений национального капитала и внедрения передовых технических достижений в области бурения горизонтальных и наклонно-направленных скважин в условиях Северо-Варьеганского месторождения.*

В настоящее время наблюдается рост объемов горизонтального и наклонно – направленного бурения при более низких удельных затратах и обеспечивает гораздо большую зону дренирования и, соответственно, большие дебиты. Следовательно, исходя из анализа тенденции роста объемов горизонтального и наклонно-направленного бурения применение телеметрических систем является одним из основополагающих факторов.

Основной задачей использования телеметрических систем (ТС) является автоматизация процессов бурения для интенсификации производственных процессов повышения качества продукции и снижения ее себестоимости.

Использование современного оборудования и прогрессивной технологии бурения с применением ТС позволяет повысить производительность труда, минимизировать аварийные ситуации и риски бурения, вести жесткий и оперативный контроль процесса бурения, улучшить технико-экономические показатели бурения и т.д.

Ключевые слова: интенсификация, бурение горизонтальных и наклонно-направленных скважин, телесистемы, закономерности искривления скважин, осложнения.

*Voropaev Vitaly Viktorovich
3rd year graduate student,
Oil and gas business*

*Tyumen Industrial University,
Russia, Tyumen*

*Scientific adviser: Panikorovsky E.V.,
assistant,
Tyumen Industrial University
Russia, Tyumen*

ANALYSIS OF GENERAL REGULARITIES OF WELL CURVING

Abstract: *The development and improvement of drilling technology, a rational system for organizing oil production work is currently the main effect for achieving the set tasks, along with ensuring the quality and efficiency of work, in order to obtain a significant economic effect through investments of national capital and introduction of advanced technical advances in the field of drilling horizontal and directional wells in the Severo-Varyoganskoye field.*

Currently, there is an increase in the volume of horizontal and directional drilling at lower unit costs and provides a much larger drainage area and, accordingly, higher production rates. Consequently, based on the analysis of the growth trend in the volumes of horizontal and directional drilling, the use of telemetric systems is one of the fundamental factors.

The main task of using telemetry systems (TS) is the automation of drilling processes to intensify production processes to improve product quality and reduce its cost.

The use of modern equipment and advanced drilling technology with the use of vehicles makes it possible to increase labor productivity, minimize accidents and drilling risks, maintain strict and operational control of the drilling process, improve technical and economic indicators of drilling, etc.

Key words: stimulation, drilling of horizontal and directional wells, telemetry systems, patterns of well deviation, complications.

На настоящее время исходя из условий роста интенсификации нефтедобычи, роста скоростей бурения в условиях неопределённости физико-химических и механических свойств продуктивных пластов, росту негативных воздействий со стороны геологических и технико-технологических факторов применение ТС для автоматизации и анализа буровых работ, с целью определения оптимальных параметров бурения и траектории скважины в соответствии с заданными критериями оптимальности в рамках реальных ограничений (исходя из состава и структуры разбуриваемых пород) является основным способом эффективного способа производства работ.

Применение ТС которые будут не только собирать данные в процессе производства буровых работ, а также проводить анализ на основании которого производить выбор и поддержание оптимально эффективных режимов бурения на основании данных по компоновки КНБК, параметров бурового раствора, составу и свойствам разбуриваемых пород на сегодняшний день является наиболее перспективной задачей, которая позволит не только сократить трудоемкость, время проводки скважин и экономические затраты.

Бурение наклонно-направленных и горизонтальных скважин довольно часто наблюдается явление отклонения от первоначально заданного направления – искривление которое может быть, как естественным, так и искусственным под воздействием ряда различных факторов.

Процесс искривления скважины независимо от естественных и искусственных факторов сопровождается рядом негативных явлений – износ бурильных труб и бурового инструмента, росту мощности, проявлению различных осложнений при спускоподъемных операциях в виде заклинки, затяжки инструмента, обрушении стенок и т.д. Однако несмотря на это в ряде случаев данное искривление называется направленным бурением, которое основано на ряде закономерностей как естественного, так и технологического происхождения. При этом такой вид искривления скважин является строго контролируемым и управляемым за счет использования различного технологического оборудования и ТС в составе компоновки КНБК.

При производстве работ по бурению наклонно-направленных и горизонтальных скважин необходим жесткий и четкий контроль положения каждой точки скважины в пространстве. В связи с чем определяются координаты устья скважины и параметры трассы в виде зенитного угла Q , азимута α и ее длины L (рис. 1).

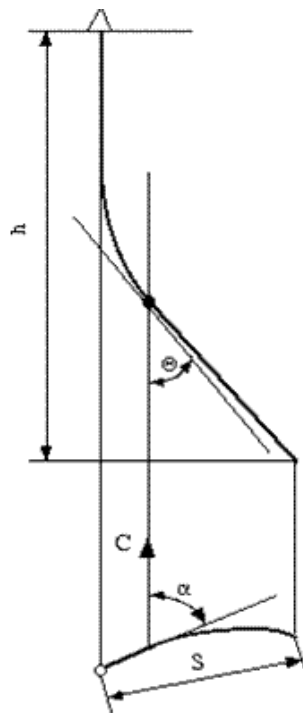


Рис. 1 – Элементы пространственного расположения скважины

Зенитный угол представляет собой угол между основной осью скважины или касательной к ней по отношению к абсолютной вертикали.

Азимут – угол между осью скважины и горизонталью в направлении на «север» измеряемый по часовой стрелке.

Проекция оси скважины на вертикальную плоскость называется профилем, а на горизонтальную - планом.

Вертикальная плоскость, проходящая через ось скважины, или касательную к ней, называется апсидальной.

При выполаживании скважины происходит увеличение зенитного угла (бурение с подъемом угла), а при выкручивании - уменьшение (бурение с падением угла). При искривлении скважины влево азимут ее уменьшается, а вправо - увеличивается.

Отклонение скважины от ее первоначального направления определяется интенсивностью искривления, которая определяется как для зенитного, так и азимутального искривления:

$$i_Q = (Q_K - Q_H)/L$$

$$i_a = (a_K - a_H)/L$$

где Q_H и a_H - соответственно начальные зенитный и азимутальный углы на определенном интервале скважины, град;

Q_K и a_K - то же для конечных углов интервала, град;

L - длина интервала скважины, м.

В случае искривления скважины с постоянной интенсивностью в апсидальной плоскости ее ось будет представлять собой дугу радиусом R :

$$R = 57,3/i$$

Интенсивность искривления по азимуту зависит от угла скважины и при небольших значениях зенитного угла может достигать достаточно больших величин и для оценки общего искривления и положения скважины необходимо знание пространственного угла искривления (рис. 2).

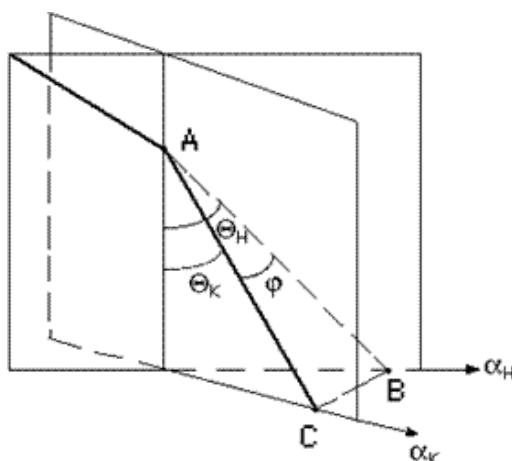


Рис. 2 – Угол пространственного искривления скважины

Если рассматривать пример представленный на рисунке 2 скважина в точке А обладает зенитным углом Q_H и азимутом a_H и при искривлении на величину зенитного угла Q_K забой окажется в точке С, а азимут будет равен величине a_K . При этом точка С соответствует конечной точке скважины без ее искривления. Таким образом угол АВС является углом пространственного искривления который определяется по формулам:

$$j = \arccos [\cos Q_H \cdot \cos Q_K + \sin Q_H \cdot \sin Q_K \cdot \cos(a_K - a_H)]$$

$$j = [D_Q + (D_a \sin Q_{cp})^2]^{0,5},$$

где D_Q и D_a - соответственно приращения зенитного и азимутального углов на определенном интервале, град;

Q_{cp} - средний зенитный угол интервала, град.

Интенсивность пространственного искривления i_j определяется по формуле

$$i_j = j/L,$$

где L - длина интервала, для которого определен угол пространственного искривления, м.

При этом значение i_j не более максимальной интенсивности искривления для тех или иных средств направленного бурения в соответствии с их техническими параметрами.

Так же к основным параметрам данных скважин относят показатель смещения S и глубину по вертикали h (см. рис. 1).

Основные причины отклонения скважин от установленных проектом значений как показал промысловый опыт происходят из-за неправильного заложения оси скважины при забуривании или возникновение искривлений под действием естественных и технологических факторов исходя из ряда субъективных и объективных причин.

В первом случае имеют место причины субъективного характера, которые устраняемые. Для этого необходимо обеспечить соосность фонаря вышки, проходного отверстия ротора и оси скважины; горизонтальность стола ротора, прямолинейности ведущей трубы, бурильных труб и УБТ согласно техническим условиям.

В другом случае - объективные причины, которые разнообразны по различным факторам, например, неравномерное разрушение породы на забое скважины. Каждая такая из объективных причин проявляется в виде сил и опрокидывающих моментов, действующих на буровой инструмент. Все эти силы и моменты могут быть приведены к одной равнодействующей и главному моменту.

Возникновение данных сил и моментов, согласно всем четырем вариантам развития, действующих на буровой инструмент, происходит по ряду причин, к которым относятся геологические, технологические и технические.

Промысловый анализ искривления скважин позволяет отметить следующие общие закономерности:

1. В большинстве случаев скважины стремятся занять направление, перпендикулярное слоистости горных пород. По мере приближения к этому направлению интенсивность искривления снижается.

2. Уменьшение зазора между стенками скважины и инструментом приводит к уменьшению искривления.

3. Места установки центрирующих элементов и их диаметр весьма существенно влияют на направление и интенсивность зенитного искривления.

4. Увеличение жесткости инструмента уменьшает искривление скважины, поэтому скважины большего диаметра искривляются менее интенсивно, чем скважины малого диаметра.

5. Увеличение осевой нагрузки приводит к увеличению интенсивности искривления, а повышение частоты вращения колонны бурильных труб - к снижению искривления.

6. Направление и интенсивность азимутального искривления зависят от геологических факторов.

7. Абсолютная величина интенсивности азимутального искривления зависит от зенитного угла скважины. С его увеличением интенсивность азимутального искривления снижается.

Таким образом при операции бурения необходим постоянный контроль за положением оси скважины в пространстве. Только в этом случае можно построить геологический разрез и определить истинные глубины залегания продуктивных пластов, определить положение забоя скважины и обеспечить попадание его в заданную проектом точку. Для этого необходимо знать зенитные и азимутальные углы скважины и глубины их измерений.

Использование ТС при выполнении буровых работ снабжает оператора бурения всеми необходимыми данными инклинометрии (траектории скважинного ствола), температуре и давлению в забое, динамических параметров бурения и гамма-каротажу.

Использование систем каротажа в процессе бурения обеспечивают данными по свойствам горных пород и пластовых флюидов, таких как вода, нефть, газ. Системы каротажа в процессе бурения используются в едином комплексе с телеметрической системой для фактического расчета траектории скважинного ствола наряду с контролем основных параметров режимов бурения в реальном времени.

Список литературы:

1. Инженерный подход к бурению скважин. Sperry San Drilling Services. Хьюстон, штат Техас. 2003. 299 с.
2. Грачев Ю.В., Варламов В.П. Автоматический контроль в скважинах при бурении и эксплуатации. М.: Недра. 1968. 328 с.
4. Акбулатов Т.О., Левинсон Л.М., Мавлютов М.Р., Самигуллин В.Х. Телеметрические системы в бурении. Учебное пособие. Уфимский государственный нефтяной технический университет. Уфа, 1999. 65 с.
5. Сеница В.В. Оптимизация компоновочных схем телеметрических систем для исследований в процессе бурения // Бурение и нефть. 2019.
6. Тер-Хачатуров А.А., Любарский А.П., Фридман М.Е., Грачев Ю.В., Дмитриевский О.А., Фукс В.Л., Фархадов И.Д., Молойчино Б.А. Системы телеметрического контроля глубинных параметров в бурении нефтяных и газовых скважин с электропроводными каналами связи. М.: ВНИИОЭНГ. 2000.