

МЕТОДИКА И ПРОБЛЕМЫ ИНКЛИНОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОСИ СТВОЛА СКВАЖИНЫ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
Demichev96@gmail.com*

Инклинометрические исследования – это измерения зенитного угла и азимута скважины в функции её глубины. Единица измерения – градус. Инклинометрические исследования выполняют в вертикальных скважинах глубиной свыше 300 м и в горизонтальных скважинах глубиной свыше 100 м.

Основные задачи выполняемые инклинометрическими исследованиями:

- контроль за направлением ствола скважины в процессе бурения;
- выделение участков изменения направления оси ствола скважины, которые в последствии могут вызвать осложнения при бурении;
- получение исходных геологических данных для дальнейших геологических исследований;
- определение глубин залегания интересующих пластов.

Исследование проводится магнитными и гироскопическими инклинометрами в зависимости от интервала исследования.

Для корректного предоставления информации к инклинометрическому оборудованию предъявляются следующие требования:

- диапазон измерения азимутального угла в пределах от 0 до 360°;

- диапазон измерения зенитного угла в пределах от 0 до 45, 90, 135, 180°;
- диапазон измерения апсидального угла варьируется от 0 до 360°;
- предельная основная погрешность измерения азимута при назначении зенитного угла более 3° не более $\pm 2^\circ$;
- предельная основная погрешность измерения зенитного угла не более $\pm 0,5^\circ$;
- дополнительная погрешность, вызванная характеристикой аппаратуры, не более 0,2 значения основной погрешности;
- погрешность, вызванная температурой окружающей среды, не должна превышать 0,1 значения погрешности на каждые 10 °С.

Исследования точечными магнитными инклинометрами проводят в открытом стволе или в легкосплавных бурильных трубах при подъеме скважинного прибора. В качестве исключения, допускаются измерения зенитных углов в стальных бурильных трубах или в обсадной колонне [1].

Измерения в точках проводят через 10 секунд после полной остановки прибора. При нахождении интервала исследования существенно выше забоя скважины первое измерение производится на глубине пяти метров ниже заданного интервала. Дальнейшие измерения проводят с шагом исследования 2 – 3 м. Затем переходят к измерениям с установленным шагом для данного наклона оси ствола (таблицы 1, 2).

Если исследования начинают выполнять от забоя скважины, то первое измерение выполняется на глубине 5 м выше него, после переходят к измерениям в точках глубин, кратных шагу измерений [2].

Повторные измерения выполняют в каждой пятой точке. Измерения, выполняемые после углубления скважины, проводят другим инклинометром с перекрытием интервала предыдущих измерений не менее чем в трёх точках подряд, если зенитные углы меньше 5°, и в пяти точках при больших значениях зенитных углов.

Таблица 1 – Шаг измерений в зависимости от угла в открытом стволе скважины

Шаг измерения (метры)	Зенитный угол (градусы)
25	До 5
10	Свыше 5
2	0,5 на 1 метр

Таблица 2 – Шаг измерений в зависимости от угла в легкосплавных бурильных трубах

Шаг измерения (метры)	Зенитный угол (градусы)
40	До 5
20	Свыше 5
10	0,5 на 1 метр

В наклонно-направленных скважинах со спущенными легкосплавными бурильными трубами в интервале набора кривизны повторными измерениями перекрывают не менее трёх точек подряд, из которых хотя бы в одной должен быть измерен азимут [1].

Перед началом измерений осуществляют привязку инклинометра к глубине. Не менее чем за 20 – 30 м до глубины начала скважинных измерений скорость спуска снижают до 800 м/ч. После остановки прибора его выдерживают неподвижным в течение 30 с. Измерения начинают, плавно увеличивая скорость подъема прибора до 800 м/ч, без рывков и резких

торможений [2]. Пример графического построения направления оси ствола скважины по данным инклинометрии представлен на рисунке 1.

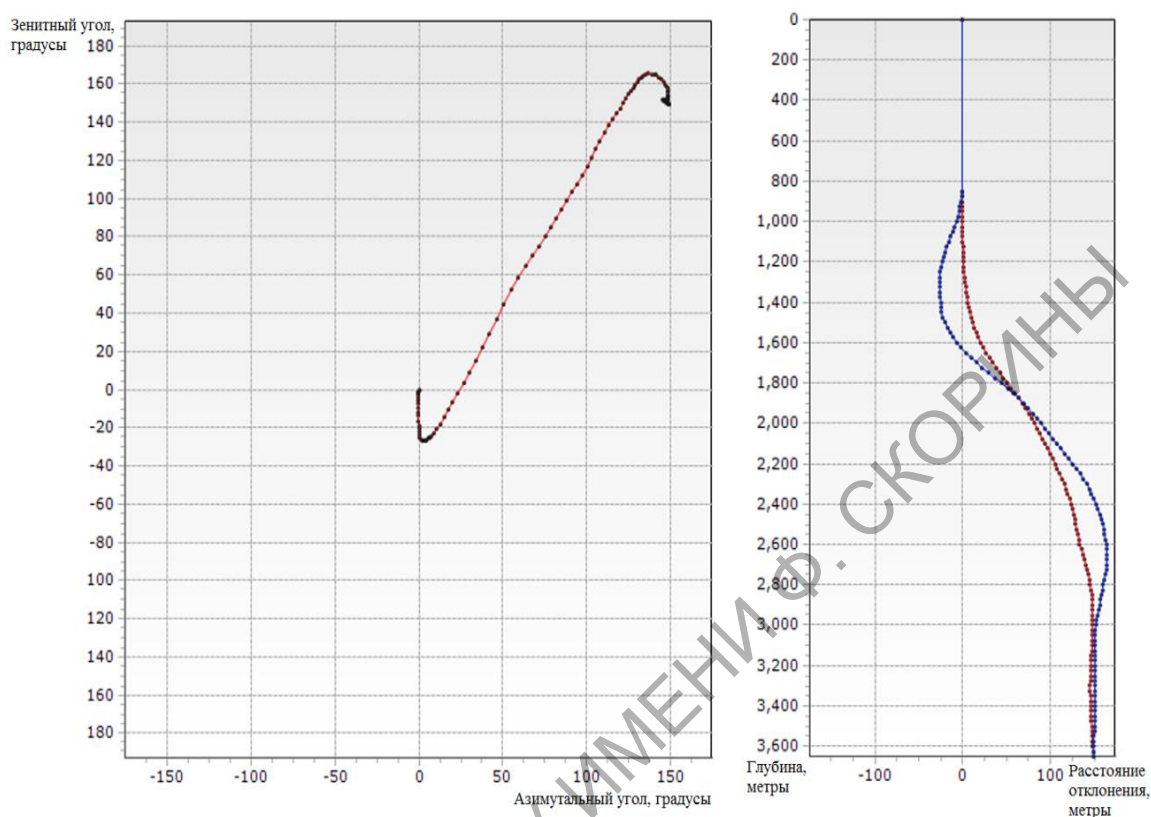


Рисунок 1 – Пример графического построения направления оси ствола скважины по данным инклинометрии

В процессе измерений точечным магнитным инклинометром текущий контроль осуществляют определением абсолютной разности между результатами основного и повторного измерений, которые не превышают удвоенное значение основной погрешности инклинометра.

Если значения разности превышают значение основной погрешности не более чем в двух точках, то число точек перекрытия увеличивают на две. Если после этого общее число точек с увеличенными значениями разности составляет три и более, то перекрытию подлежат все точки предыдущего интервала измерений.

Для непрерывной инклинометрии получают результирующий протокол замера кривизны, проекции скважины на три ортогональные плоскости или изометрическую проекцию, графики функциональных зависимостей азимута, зенитного угла и угла поворота с помощью программного обеспечения обработки результатов, разработанного для конкретного типа инклинометра [1].

Обработка и оформление результатов измерений различны для точечных и непрерывных магнитных и гироскопических инклинометров. Алгоритмы обработки определяются программным обеспечением. Пример информации инклинометрического замера предоставляемой заказчику показан на рисунке 2.

Инклинометр ИММН		
Номер прибора: 828		
Номер партии: КП № 20		
Фамилия оператора: Иванов И. И.		
Номер скважины: 23 Нарочанская 20.02.2019		
Месторождение: Нарочанское		
Альтитуда: Д. д. 92		
Глубина забоя: 2940		
Глубина башмака колонны: 2900		
Заказчик: ПСУ-Бурение		
Дата проведения измерений: 20.02.2019		
Глубина	Зенит	Азимут
2935.00	37.66	147.96
2930.00	38.39	147.01
2925.00	39.33	146.31
2920.00	40.14	146.92
2915.00	40.35	146.99
2915.00	40.34	147.02
2910.00	40.79	146.17
2905.00	41.79	145.20
2900.00	42.75	Колонна
2895.00	42.37	
2890.00	42.30	
2885.00	41.63	
2880.00	40.78	
2870.00	39.37	

Рисунок 2 – Пример информации инклинометрического замера предоставляемой заказчику

Применение инклинометрии на практике выявили некоторые проблемы, которые влияют на точность измерения. К ним можно отнести:

1 Возможные некорректные показания азимутального угла при работе в стволах скважин, расположенных вблизи соседних стволов. Например, при выполнении инклинометрии во втором стволе скважины.

2 В некоторых случаях недостаточна масса геофизического прибор, что препятствует стандартному спуску прибора на первых десятках метров от устья скважины.

3 Некорректные показания азимутального угла на участках ствола скважины призенитных углах близких к нулю;

4 Невозможность определения корректного азимутального угла на участках осажденного ствола скважины.

5 Данные недочёты присутствуют при выполнении многих инклинометрических замеров. Но большинство из них либо решены, либо не оказывают существенного влияния на контроль за направлением ствола скважины в процессе бурения.

Список литературы

1 Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах :РД 153-39.0-072-01: Введён 01.07.2001. – М. : Отделение скважинных геоинформационных систем Государственного научного центра РФ ВНИИГеосистем, 2001. – 135 с.

2 Фондовые материалы нефтегазодобывающего управления РУП ПО «Белорус-нефть».