

АВТОМАТИКА ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА

УДК 621.317

О. В. Садовникова, канд. техн. наук, доц.;

Г. О. Лукашук, асп.

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КУТА УСТАНОВКИ ВІДХИЛЮВАЧА

Запропоновано метод визначення кута установки відхилювача для процесів відновлення обсаджених свердловин старого фонду прокладанням нової похило-спрямованої свердловини. Метод дозволяє підвищити точність вимірювань в процесі буріння завдяки компенсуванню магнітної перешкоди і ґрунтується на попередніх експериментальних дослідженнях, проведених у гирлі свердловини.

Вступ

Найважливіша задача нафтогазовидобувної промисловості країни на сучасному етапі є збільшення видобутку запасів вуглеводнів і скорочення витрат на виявлення нових родовищ.

Наразі виникає потреба в надглибоких і важкодоступних свердловинах зі складними траєкторіями. У зв'язку з цим, в процесі буріння потрібно контролювати просторове положення кутових параметрів бурового інструменту з високою точністю і надійністю результатів, що отримуються [1].

У нафтовидобувній галузі більшого значення набувають використання і освоєння родовищ нафти і газу на морських шельфах і відновлення свердловин старого фонду. При цьому забезпечується висока швидкість буріння, доступне видобування важкодоступних родовищ [2].

Для буріння морських свердловин, використовують метод куцевого похилоспрямованого буріння з однієї платформи в різні точки колектора, прокладають до тридцяти свердловин [3].

В процесі буріння горизонтальних свердловин і свердловин старого фонду, найважливішим проблемним аспектом є отримання достовірної та оперативної інформації про комплекс параметрів викривлення свердловин. Точність проводки нафтогазових свердловин по заданій траєкторії багато в чому залежить від рівня корекції похибок інклінометричної апаратури, які викликані впливом різних зовнішніх факторів. Основними факторами, що впливають на точність вимірювання можна вважати такі: [4]

1. Родовища вуглеводневої сировини на території України перебувають на великих глибинах, що веде до підвищення температур в процесі буріння;
2. Видобуток вуглеводневої сировини ведеться зі свердловин, які перебувають на пізніх стадіях розробки (обсажені свердловини);
3. Родовища вуглеводневої сировини знаходяться біля населених пунктів, гірських масивів і акваторій.

У статті розглядається метод підвищення точності вимірювань при відновленні обсаджених свердловин старого фонду шляхом прокладання нової похило-спрямованої свердловини. У цьому випадку буріння проводять з попередньо зруйнованої спеціальним інструментом ділянки свердловини. При цьому стовбур свердловини стає джерелом додаткової магнітної перешкоди.

Таким чином, виникає технічна задача визначення початкового положення кута установки відхилювача при майже вертикальному положенні бурового інструменту в умовах впливу магнітних перешкод. Для вирішення цього завдання, пропонується метод визначення кута установки відхилювача, який заснований на попередньому експериментальному дослідженні, проведеному в гирлі свердловини на буровій площадці.

Викладення основного матеріалу

Початкове кутове положення відхилювача змінюють поворотом всієї колони бурових труб при початковому орієнтуванні відхилювача по вертикалі щодо магнітного меридіана. Поворот колони

бурових труб в гирлі свердловини не відповідає куту повороту відхилювача в свердловині.

Під час експерименту задається початкове положення відхилювача і здійснюється поворот колони бурових труб на кут ψ в діапазоні $0...360^\circ$. При цьому відхилювач повертається на кут ψ' , який знаходимо за сигналами з магніточутливих перетворювачів інклінометра за формулою

$$\operatorname{tg} \psi' = \frac{a_2}{a_1}; \quad \psi' = \operatorname{arctg} \frac{a_2}{a_1}. \quad (1)$$

В умовах впливу магнітних перешкод від бурової труби і географічного місця розташування кут відхилювача ψ' істотно відрізняється від заданого кута ψ , тобто виникає значна магнітна перешкода, яку визначасмо з формули [5]

$$\delta = \psi - \psi'. \quad (2)$$

Таким чином, пропонується враховувати заздалегідь визначену магнітну перешкоду в показаннях датчика орієнтації при прокладанні свердловини.

Результати експериментальних даних наведені в таблицях 1—3.

Таблиця 1

Варіанти	Ψ°	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
1	δ	9,7	10,7	8,3	2,9	-3,2	-8,3	-10,8	-9,9	-6,7	-2,5	2	6,4
2	δ	3,0	2,6	1,3	-0,4	-1,5	-1,5	-1,3	-0,8	-0,4	-0,2	1,3	2,4

Похибка у визначенні курсу, викликані магнітними перешкодами, в практиці експлуатації авіаційних і морських компасів називають девіацією.

У навігації прийнято, що при горизонтальному русі, девіація магнітного комплексу складається з постійної, напівкругової і четвертної девіації і описується тригонометричним поліномом другого порядку [2]:

$$\delta = A + B \sin \alpha' + C \cos \alpha' + D \sin 2\alpha' + E \cos 2\alpha' \quad (3)$$

як функція наближених коефіцієнтів девіації A, B, C, D, E і обчисленого кута азимуту. Девіації вищих порядків не враховуються. Параметр A характеризує постійну складову девіації, яку називають круговою. Кругова девіація постійна на всіх магнітних азимутах. Вираз $B \sin \alpha' + C \cos \alpha'$ називають напівкруговою, а $D \sin 2\alpha' + E \cos 2\alpha'$ — четвертною девіацією. Відповідно, напівкругова двічі, а четвертна чотири рази приймають максимальні значення при зміні азимута в діапазоні $0 \dots 2$.

У практиці навігації магнітну девіацію усувають спеціальними девіаційними пристроями, що для датчиків орієнтації непридатно, тому що вони мають конструктивні особливості, пов'язані з умовами експлуатації та обмеження за габаритними розмірами.

Таким чином, пропонується компенсувати магнітну перешкоду за допомогою алгоритмічного методу, представивши її рядом Фур'є, коефіцієнти якого обчислюються у вигляді інтегралів:

$$\delta = f(\alpha) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\alpha + b_n \sin n\alpha); \quad (4)$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(\alpha) \cos n\alpha d\alpha; \quad n = 0, 1, 2, \dots \infty; \quad (5)$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(\alpha) \sin n\alpha d\alpha; \quad n = 0, 1, 2, \dots \infty;$$

Вираз магнітної девіації (3) є многочленом Фур'є другого порядку, а коефіцієнти девіації виражаються так [6]:

$$A = \frac{1}{2} a_0; \quad B = b_1; \quad C = a_1; \quad D = b_2; \quad E = a_2. \quad (6)$$

У цьому випадку пропонується представити магнітну перешкоду рядом Фур'є третього порядку, а коефіцієнти обчислюються таким чином:

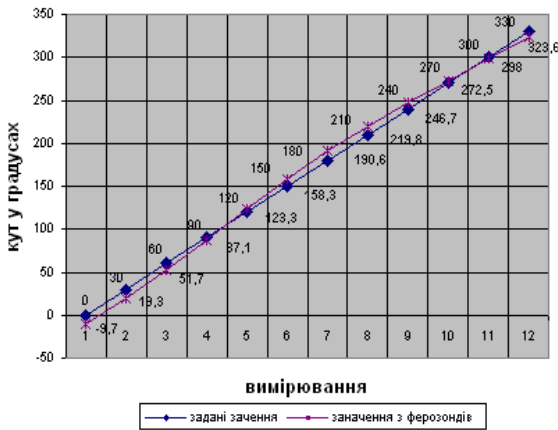
$$\delta = \frac{1}{2} a_0 + a_1 \cos \alpha + b_1 \sin \alpha + a_2 \cos 2\alpha + b_2 \sin 2\alpha + a_3 \cos 3\alpha + b_3 \sin 3\alpha. \quad (7)$$

$$a_n \approx \frac{2}{N} \sum_{i=0}^{N-1} \delta_i \cos n\psi_i; \quad b_n \approx \frac{2}{N} \sum_{i=0}^{N-1} \delta_i \sin n\psi_i. \quad (8)$$

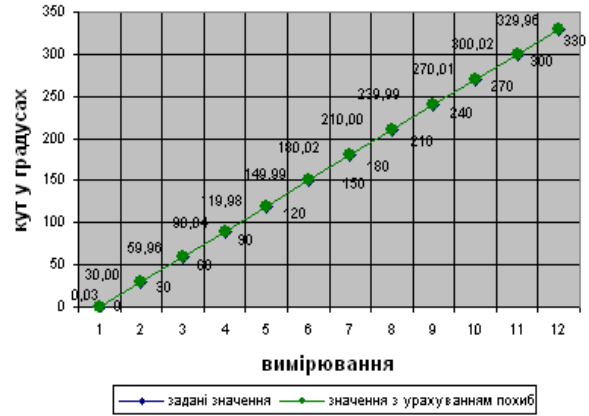
Тоді обчислення кута з урахуванням магнітної перешкоди знаходимо з формули

$$\psi = \psi' + \delta(\psi'). \quad (9)$$

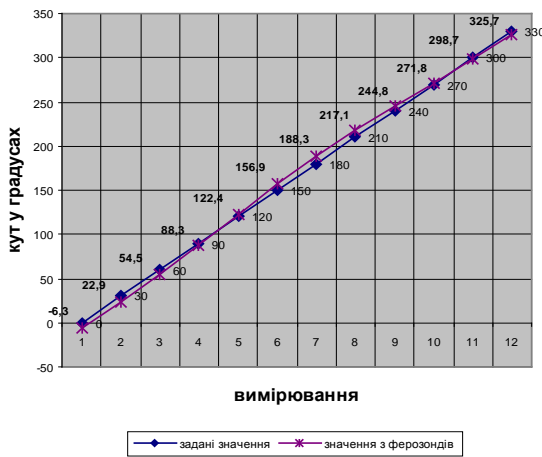
З аналізу результатів експериментальних даних за формулами 1—9 випливає, що запропонований метод дозволяє знизити похибку вимірювання кута установки відхилювача до десятих часток градуса. Значення кута відхилювача до і після врахування магнітної перешкоди подані у таблицях 2, 3 і їх залежності показані на рисунку.



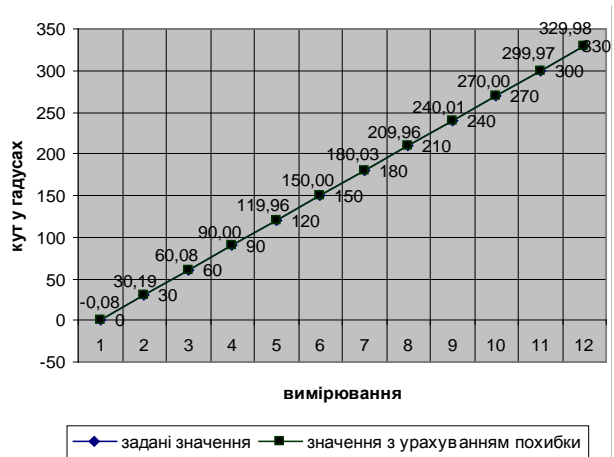
а



б



в



г

Результати вимірювань: а — варіант 1 (табл. 1, 2), задані значення та значення показань ферозондів;

б — варіант 1 (табл. 1, 2), задані значення та значення з урахуванням магнітної перешкоди;

в — варіант 2 (табл. 1, 3), задані значення та значення показань ферозондів;

г — варіант 2 (табл. 1, 3), задані значення та значення з урахуванням магнітної перешкоди

Таблиця 2

N	ψ	a_1	a_2	a_3	ψ'	δ	$\delta(\psi')$	$\psi_{\text{врах.}}$
0	0	1,035	0	3,03	-9,7	9,7	9,730533333	0,030533
1	30	0,809	-0,468	3,04	19,3	10,7	10,70300007	30,003
2	60	0,423	-0,733	3,051	51,7	8,3	8,2631204	59,96312
3	90	0	-0,799	3,057	87,1	2,9	2,9417	90,0417
4	120	0,399	-0,692	3,064	123,3	-3,3	-3,31732933	119,9827

Продовження табл. 2

N	Ψ	a_1	a_2	a_3	Ψ'	δ	$\delta(\Psi')$	$\Psi_{\text{вирах.}}$
5	150	0,735	-0,425	3,061	158,3	-8,3	-8,31130007	149,9887
6	180	0,935	0,003	3,058	190,6	-10,6	-10,5805333	180,0195
7	210	0,892	0,518	3,055	219,8	-9,8	-9,80308367	209,9969
8	240	0,553	0,96	3,046	246,7	-6,7	-6,713204	239,9868
9	270	0,001	1,147	3,031	272,5	-2,5	-2,4917	270,0083
10	300	0,575	0,996	3,025	298	2	2,017412933	300,0174
11	330	0,964	0,556	3,025	323,6	6,4	6,361383667	329,9614

Таблиця 3

N	Ψ	a_1	a_2	a_3	Ψ'	δ	$\delta(\Psi')$	$\Psi_{\text{вирах.}}$
0	0	0,998	0	2,915	-3	3	3,003633333	0,003633
1	30	0,84	-0,487	2,919	27,4	2,6	2,6197992	30,0198
2	60	0,477	-0,829	2,92	58,7	1,3	1,262460067	59,96246
3	90	-0,001	-0,958	2,925	90,4	-0,4	-0,386	90,014
4	120	-0,489	-0,845	2,928	121,5	-1,5	-1,44947873	120,0505
5	150	-0,862	-0,497	2,926	151,5	-1,5	-1,61413253	149,8859
6	180	-1,01	0,001	2,925	181,4	-1,4	-1,2703	180,1297
7	210	-0,883	0,51	2,922	210,8	-0,8	-0,88649373	209,9135
8	240	-0,512	0,889	2,918	240,5	-0,5	-0,4791546	240,0208
9	270	0	1,034	2,915	269,8	0,2	0,219333333	270,0193
10	300	0,517	0,898	2,912	298,7	1,3	1,282839933	299,9828
11	330	0,888	0,513	2,912	327,6	2,4	2,397493733	329,9975

Висновки

Відновлення свердловин старого фонду є для України актуальною задачею. Під час проведення такого роду робіт, виникають додаткові магнітні перешкоди, зумовлені впливом старих обсаджених свердловин. Для компенсації магнітної перешкоди під час проведення вимірювань у процесі буріння в таких умовах, запропоновано метод визначення кута установки відхилювача. Метод ґрунтується на попередніх експериментальних дослідженнях, проведених у гирлі свердловини. Пропонується компенсувати магнітну перешкоду за допомогою алгоритмічного методу, представивши її рядом Фур'є, коефіцієнти якого обчислюються за даними попередніх вимірювань. Запропонований метод дозволяє знизити похибку вимірювань до десятих часток градуса.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. The Expro Group. Исследования скважин: почему это так важно? // Нефтегазовые технологии. — 2006 — № 8 — С. 131—132
2. Браславский Д. А. Авиационные приборы / Д. А. Браславский, С. С. Логунов, Д. С. Пельпор. — М. : Машиностроение, 1964. — 740 с.
3. Басарыгин Ю. М. Бурение нефтяных и газовых скважин : учеб. пос. для вузов / Ю. М. Басарыгин, А. И. Булатов, Ю. М. Проселков. — М. : ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. — 632 с.
4. Лукьянов Э. Е. Достоверность геолого-геофизической информации для оценки извлекаемых (рентабельных) запасов нефти [Электронный ресурс] / Э. Е. Лукьянов, Ю. А. Тренин, А. А. Деревягин // Нефтегазовое дело. — 2008 — № 1 — Режим доступа : http://www.ogbus.ru/authors/Lukyuanov/Lukyuanov_1.pdf.
5. Ковшов Г. Н. Приборы контроля пространственной ориентации скважин при бурении / Ковшов Г. Н., Коловертнов Г. Ю. — Уфа : Изд-во УГНТУ, 2001. — 228 с.
6. Толстов Г. П. Ряды Фурье / Г. П. Толстов. — М. : Государственное издательство физико-математической литературы, 1960. — 390 с.

Рекомендована кафедрою метрології та промислової автоматики

Надійшла до редакції 14.04.11
Рекомендована до друку 25.06.11

Садовникова Олександра Володимирівна — доцент, **Лукашук Ганна Олександрівна** — аспірантка.

Кафедра прикладної механіки, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Дніпропетровськ