

ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРИРОДНОГО ВИКРИВЛЕННЯ СВЕРДЛОВИН ПРИ БУРІННІ НА НАФТУ І ГАЗ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Зінченко В.А.

Науковий керівник: к.т.н. доц. Хоменко В.Л.

Відхилення свердловини від проектного положення в просторі може відбуватися з двох причин:

а) внаслідок неправильного закладення (орієнтування) осі свердловини при її забурюванні (початкове відхилення);

б) внаслідок викривлення свердловини в процесі буріння під впливом технічних, технологічних і геологічних чинників.

У першому випадку діють суб'єктивні причини, які досить легко можуть бути усунені, в другому – в основному об'єктивні причини або чинники, що викликають природне викривлення.

Сучасні уявлення про причини і механізм викривлення свердловин викладені в літературі [1].

Закономірності викривлення свердловин визначаються фізико-механічними, структурними і іншими властивостями гірських порід, а також положенням осі свердловини відносно напластування і сланцеватості. Деякі закономірності є загальними, інші ж характерні тільки відносно зміни зенітного кута або азимута.

В цілому свердловини прагнуть викривитися у напрямі найменшої енергоємності процесу руйнування гірських порід. В основному, цей напрям перпендикулярний площині напластування, подільності або шаруватості.

Інтенсивність зенітного викривлення свердловин при бурінні в різних геолого-технічних умовах неоднакова. Вона залежить від типу породоруйнівного інструменту, кута зустрічі осі свердловини з напрямом найменшого опору порід руйнуванню, дії технічних, технологічних і геологічних чинників.

1. Похилі свердловини, задані проти падіння пластів, і вертикально закладені свердловини, що перетинають похило залягаючі пласти при кутах зустрічі $\gamma_{кр} < \gamma < 90^0$, викривляються, як правило, у бік виположування.

Свердловини, задані похило з боку лежачого боку похило залягаючих пластів (е, там же), якщо кут зустрічі осі свердловини з пластом буде $\gamma_{кр} < \gamma < 90^0$ також виположуються.

2. Вертикальні або похилі свердловини, задані під гострим кутом зустрічі $\gamma < \gamma_{кр}$ по падінню пластів порід (д, там же), а також усі свердловини, задані практично паралельно напластуванню, сланцеватості, подільності (д), можуть піти уздовж контакту або напластуванню.

3. У породах, що перемежаються, мають нерізкі контакти і близькі механічні властивості, а також в однорідних ізотропних породах має місце незначне зенітне викривлення. У сильно анізотропних породах зенітне викривлення свердловин має максимальне значення.

4. Інтенсивність викривлення визначається кутами зустрічі осі свердловини з площинами напластування. Вона досягає максимуму при кутах зустрічі $35-50^{\circ}$, знижуючись у міру їх збільшення або зниження.

5. При перпендикулярному закладені осі свердловин відносно напластування ($\gamma = 90^{\circ}$) їх стовбури залишаються відносно прямолінійними. У породах, що перемежаються, після того, як стовбур свердловини займе перпендикулярне до напластування положення, набір кривизни в основному припиняється.

6. Інтенсивність зенітного викривлення зростає із збільшенням міри розробки стовбура свердловини, що пов'язано із збільшенням кута перекосу як прямолінійного, так і зігнутого колонкового набору.

7. Інтенсивність викривлення свердловин в апсидальній площині залежить від величини зенітного кута в інтервалі викривлення. Зазвичай із збільшенням зенітного кута до деякої межі росте і інтенсивність зенітного викривлення.

Напрямок і інтенсивність азимутного викривлення залежать, в основному, від геолого-технічних умов, в першу чергу, від кута зустрічі свердловини з площиною напластування і способу буріння. При бурінні алмазними і РДС долотами свердловини зазвичай викривляються вправо, а при бурінні шарошковими долотами – вліво.

При бурінні вертикальних свердловин в масивних ізотропних породах або при горизонтальному заляганні пластів свердловина викривляється, в основному, управо і може набувати форми витягнутої спіралі.

Інтенсивність азимутного викривлення багато в чому залежить від величини зенітного кута: з його збільшенням напрям свердловини стабілізується

Знаючи закономірність викривлення можна успішно вирішувати завдання:

- вести направлене буріння з найменшими витратами часу і коштів шляхом боротьби з викривленням або його використання;
- проектувати реальні траси свердловин з мінімальним використанням спеціальних технічних засобів;
- визначати реальні норми допустимого викривлення і значення кутів закладення свердловин;
- уточнювати геологічні структури по характеру викривлення.

На початковій стадії розвідки за відсутності даних по раніше пробурених свердловинах для оцінки можливого напрямку природного викривлення можна використовувати дані сейсморозвідки. Напрямок мінімальної швидкості поширення вибухових хвиль співпадає з лінією найменшого опору гірських порід руйнуванню, тобто з напрямом найбільш вірогідного азимутального викривлення. Проте об'єктивна кількісна оцінка закономірностей викривлення може бути отримана тільки в процесі буріння.

По ряду раніше пробурених в однакових геолого-технічних умовах свердловин можна отримати певне уявлення про імовірнісне положення запроектованих свердловин з урахуванням їх природного викривлення. При

цьому рішення задачі визначення закономірностей природного викривлення свердловин на конкретній площі зводиться до виявлення функціональної залежності параметрів викривлення від глибини. Найбільш важливі наступні залежності.

1. Залежність зміни зенітного кута від глибини $\theta = f(L)$.

2. При значних азимутних викривленнях - залежність зміни азимутного кута від глибини $\alpha = f(L)$.

3. Залежність інтенсивності викривлення від глибини $i = f(L)$.

Обробка результатів інклінометричних вимірів по раніше пробуреним свердловинам з використанням теорії вірогідності і математичної статистики виконується в наступній послідовності.

1. Угрупування даних інклінометричних вимірів по однорідним статистичним сукупностям з урахуванням найважливіших геолого-технічних чинників. При цьому враховуються, в першу чергу, найбільш суттєві з них:

- спосіб буріння (обертальний, ударно-обертальний, ударний та ін.);
- тип породоруйнівного інструменту (алмазні або PDC або шарошкові долота) і його діаметри;
- кут закладення свердловини або зенітний кут на інтервалі;
- технологічний режим буріння.

2. Визначення середніх арифметичних значень і середньоквадратичних відхилень по групам:

3. Визначення кореляційного зв'язку між інтенсивністю викривлення і глибиною $i = f(L)$ або величиною зенітного кута свердловини і глибиною $\theta = f(L)$. В якості кореляційних рівнянь найчастіше використовують поліном другого або третього порядку.

Після визначення числових коефіцієнтів a , b , c це рівняння з певною довірчою вірогідністю буде характеризувати закономірність природного викривлення свердловин на даному родовищі або його ділянці при певному способі буріння. Таке рівняння називають рівнянням типової проектної траси (чи типового профілю)

4. Визначення довірчого інтервалу відхилення траси від проектної лінії. Для визначення довірчих інтервалів, в яких із заданою вірогідністю знаходиться істинне положення осі свердловини, використовують методи теорії вірогідності і математичної статистики.

За відсутності рівняння типового профілю, отримання якого вимагає великого об'єму розрахунків, для обчислення значень координат можна користуватися середнім арифметичним значень зенітних кутів, визначених по кожному інтервалу.

Перелік посилань

1. Побідинський Д., Геревич В., Слаута А., Хоменко В., Пащенко О. Причини викривлення нафтових і газових свердловин. Український гірничий форум – 2021: матеріали міжнар. конф., 4-5 листопада 2021 р., м. Дніпро. – Д.: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 2021. – 248-255 с.