11. ВИКРИВЛЕННЯ СВЕРДЛОВИН

Навчальні цілі: у результаті вивчення розділу студент повинен знати параметри, причини і закономірності викривлення свердловин; основні особливості скерованого, багатовибійного буріння, а також буріння горизонтальних і підняттєвих свердловин; уміти побудувати проекцію викривленої свердловини; вибрати технічні засоби для штучного викривлення свердловини.

11.1. Загальні відомості

Більшість розвідувальних свердловин, як правило, відхиляються від заданого напрямку з різноманітних причин. Це спотворює геологічні дані, дає помилкове уявлення про глибину, форми і розміри корисних копалин.

Зміна напрямку осі свердловини в просторі називається викривленням. Викривлення буває природним і штучним. Ненавмисне викривлення свердловини, яке викликане геолого-технічними причинами, називається природним. Навмисне викривлення свердловини за допомогою технічних засобів чи технологічних прийомів називається штучним.

Буріння свердловини за раніше запроектованим напрямком з використанням штучного і врахуванням природного викривлення називається скерованим.

Положення трас скривлених свердловин визначається координатами устя (X_0, Y_0, Z_0), отриманими шляхом топографічної або маркшейдерської зйомки, і координатами точок, що лежать на осі свердловини. Останні визначаються величинами трьох параметрів: зенітного кута (Θ_i), азимуту (α_i) і глибиною заміру (L_i).

Глибина свердловини вимірюється по її осі від устя до даної точки.

Зенітним кутом називають кут між віссю свердловини або дотичною до неї в точці заміру і вертикальною лінією, яка проходить через цю точку. Додатковий кут визначає відхилення осі свердловини від вертикалі і називається кутом нахилу свердловини (рис. 11.1).

Азимутальний кут або азимут – це кут між проекцією осі свердловини на горизонтальну площину (або дотичною до неї в точці заміру) та орієнтованим напрямком. За орієнтований напрямок зазвичай приймають магнітний меридіан (напрямок на північ). Кут α відкладається за годинниковою стрілкою від орієнтованого напрямку до горизонтальної проекції свердловини (або дотичної до неї) в напрямку вибою і може змінюватись у межах 0–360°.

Вертикальну площину, яка проходить через вісь нахиленої свердловини, називають ***зенітною або апсидальною***.

Викривлення свердловини може бути різним за напрямком та інтенсивністю. Якщо в процесі буріння змінюється тільки зенітний кут, то таке викривлення називають зенітним. Зміну зенітного кута в бік збільшення називають "***виположуванням***", а в бік зменшення – "***викручуванням***".

У геологічній документації свердловини зображуються у вигляді проекцій на вертикальну (***профіль***) і горизонтальну (***план*** або ***інкліноґрама***) площини.

Ділянка осі свердловини $0A_1A_2$ (рис. 11.1) може бути подана горизонтальною $0A'_1A_2$ і вертикальною $0D_1D_2$ проекціями.

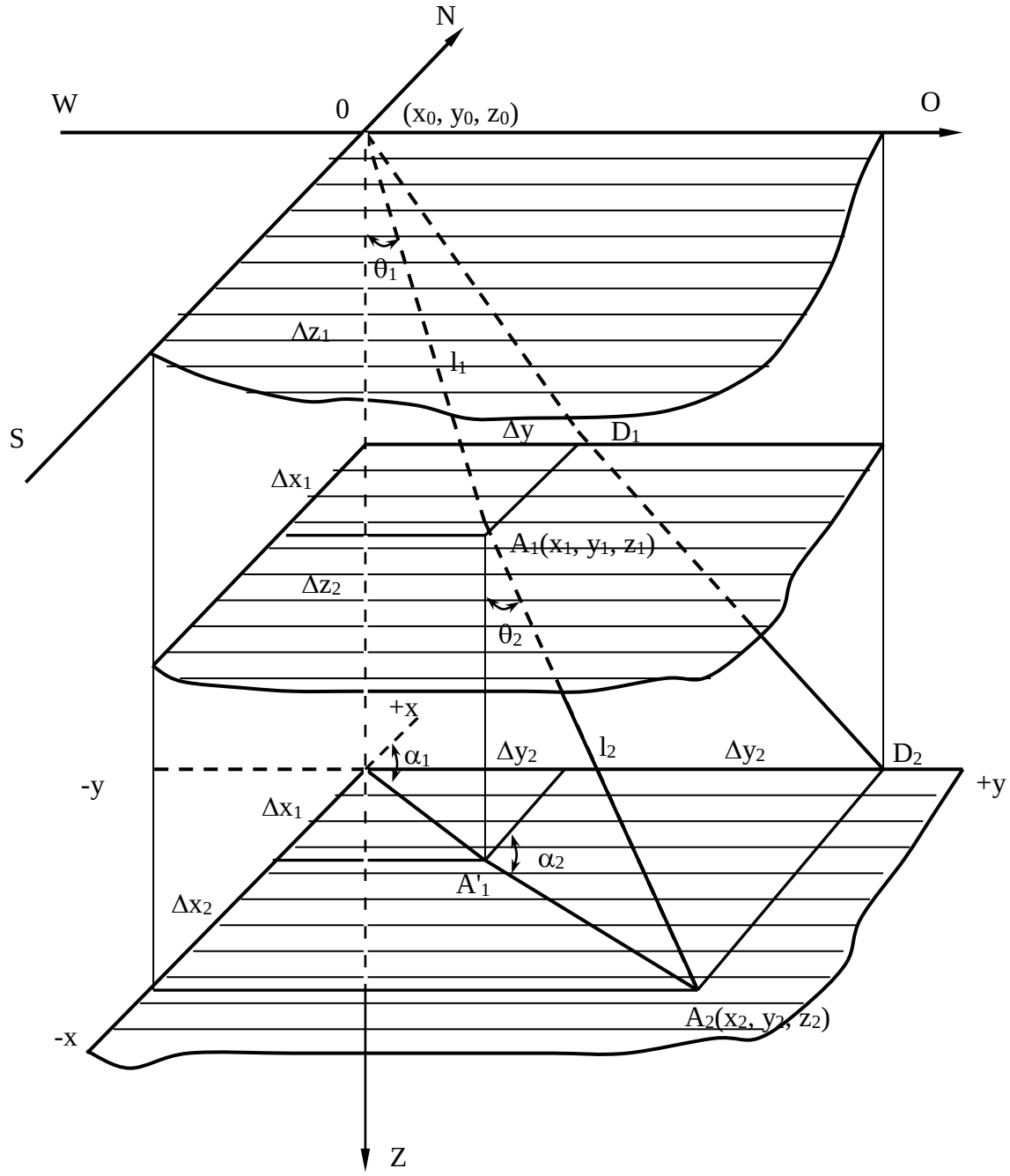

Рис. 11.1. Графічне зображення
стовбура свердловини в просторі

При відомих координатах (X_0, Y_0, Z_0) положення точки A_1 осі свердловини в просторі відповідає координатам X_1, Y_1, Z_1, що будуть визначатися збільшенням координат ΔX_1, ΔY_1, ΔZ_1, на інтервалі Δl ($0A_1$). Значення координат точки A_2 можна знайти з умови

$$\begin{aligned} X_i &= X_i + \Delta X_i = X_{i-1} + \Delta l_i \sin\Theta_{icp} \cos\alpha_{icp}; \\ Y_i &= Y_i + \Delta Y_i = Y_{i-1} + \Delta l_i \sin\Theta_{icp} \sin\alpha_{icp}; \\ Z_i &= Z_i - \Delta Z_i = Z_{i-1} - \Delta l_i \cos\Theta_{icp}, \end{aligned} \qquad (11.1)$$

де $(X, Y, Z)_i$ – координати попередньої точки на осі свердловини, м; $\Delta (X, Y, Z)_i$ – координати на інтервалі Δl_i, м; Θ_{icp}, α_{icp} – середні значення відповідно зенітного й азимутального кутів на інтервалі Δl_i, град:

$$\Theta(\alpha)_{icp} = \frac{Q(\alpha)_{i-1} + Q(\alpha)_i}{2}. \qquad (11.2)$$

При переході азимуту свердловини через напрямок 0° розрахунок здійснюють за формулою:

$$\alpha_{icp} = \frac{\alpha_{i-1} \pm 360 + \alpha_i}{2}. \qquad (11.3)$$

11.2. Причини викривлення свердловин

Причини викривлення свердловин можна поділити на три основні групи: геологічні, технічні та технологічні.

До ***геологічних*** відносять: вплив анізотропії гірських порід, перемежовування різних за твердістю гірських порід, структурно-геологічні умови, тверді включення, зони подрібнення, пустоти, стійкість гірських порід тощо.

В анізотропних породах через різницю фізико-механічних властивостей у взаємно перпендикулярних напрямках руйнування вибою під торцем породоруйнівного інструменту відбувається нерівномірно. При перетинанні свердловиною таких порід під гострим кутом до лінії їх найменшого опору вибій свердловини і перетин її стовбура набувають овальної форми. У результаті цього колонковий снаряд отримує фіксований перекіс, напрямок якого сприяє викривленню свердловини у бік площини найменшого опору анізотропних порід.

При бурінні масивних ізотропних чи слабоанізотропних порід (граніт, доломіт, вапняк) руйнування їх під торцем породоруйнівного інструменту відбувається рівномірно і природне викривлення відсутнє чи досить незначне.

Ізотропні тріщинуваті породи руйнуються як анізотропні через те, що тріщини і мікротріщини при бурінні поводять себе як пласти з нульовою твердістю.

Перетинання буровим снарядом шаруватих порід різних за твердістю супроводжується зміною зенітного кута свердловини та її азимутального напрямку (рис. 11.2).

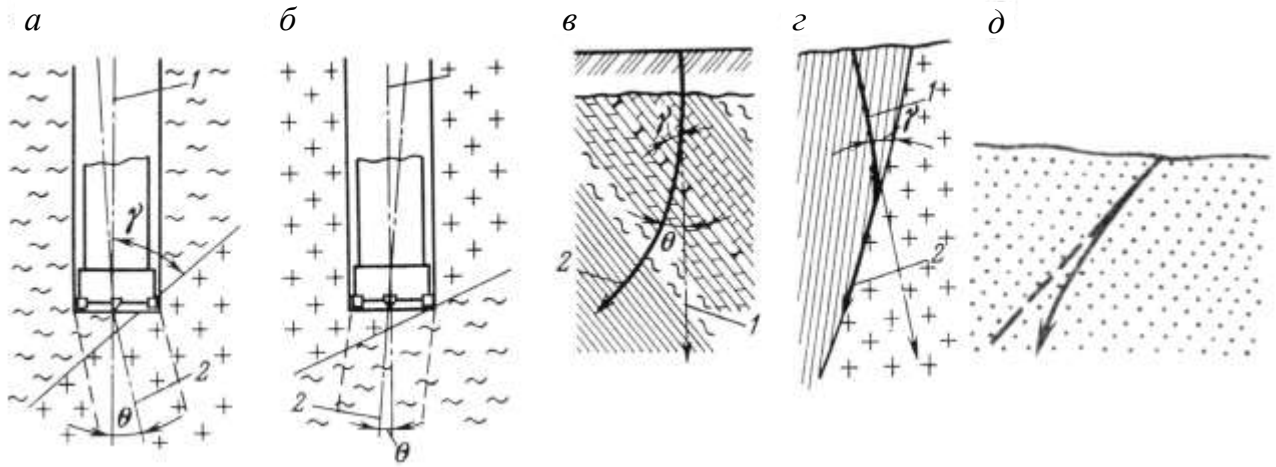

Рис. 11.2. Причини природного викривлення свердловин:
а – перехід з м'яких порід у тверді; *б* – перехід з твердих порід у м'які;
в – при бурінні переміжних за твердістю порід; *г* – при гострому куті зустрічі твердих порід;
д – при бурінні похилих свердловин у пухких породах

При переході з м’яких порід у більш тверді свердловина відхиляється у бік твердої породи, через те що в місці переходу коронка інтенсивніше руйнує більш м’яку породу (рис. 11.2, *а*). При переході з твердих порід у м’які свердловина також викривляється у бік твердих порід, але в меншому ступіні, через те що в кінцевій стадії переходу контакту породоруйнівний інструмент під впливом осьового навантаження сколює частину гірської породи (рис. 11.2, *б*). У результаті такої закономірності вертикальна або похила свердловина, яка перетинає під гострим кутом пласти порід, які перемежовуються за твердістю, прагне поступово зайняти положення, перпендикулярне до їх напластування (рис. 11.2, *в*). Чим частіше перемежовуються і чим більше різняться за твердістю пласти порід, які вони перетинають, тим інтенсивніше викривлюються свердловини.

Важливе значення при переході свердловини з породи однієї твердості в іншу має кут зустрічі з пластом (γ). Якщо буровий снаряд зустрічається з твердими породами під кутом меншим за критичний, величина якого для різних порід змінюється від 15 до 24°, свердловина може піти вздовж висячого боку твердої породи (рис. 11.2, *г*).

Для попередження викривлення через зазначені причини свердловини слід бурити якщо можна вхрест простягання і падіння порід.

Похилі свердловини при перетинанні каверн, гірничих виробок, карстових воронок, а також пухких і пливучих порід викривляються, прагнучи під дією маси бурового снаряда зайняти вертикальне положення, тобто викручуються (рис. 11.2, *д*).

Зустріч буровим інструментом у м’яких породах твердих включень, валунів, крупного галечника може викликати різке викривлення свердловини зі зміною як зенітного кута, так і азимутального напрямку.

Для попередження викривлення свердловин з цих причин необхідно бурити їх з використанням довгої колонкової труби (6–12 м) з малою частотою обертання снаряда і зі зниженим осьовим навантаженням на породоруйнівний інструмент. Крім того, галечникові зони бурять з попереднім їх цементуванням. При зустрічі крупних валунів інколи прибігають до руйнування їх торпедуванням.

Причини ***технічного*** характеру впливають на викривлення свердловин як при їх забурюванні, так і в процесі буріння. Напрямок викривлення з технічних причин може бути будь-яким, і передбачити його неможливо.

Відхилення осі свердловини від заданого напрямку з самого початку може бути викликане неправильним установленням верстата, неміцним закріпленням його на фундаменті, несправним обертачем, а також відсутністю напрямної труби, неточним її встановленням чи недостатньо міцним закріпленням.

Викривлення свердловин у процесі буріння пов’язане з особливостями конструкції бурових інструментів і неправильними прийомами роботи, які призводять до перекосу снаряда і відхилення його осі від осі свердловини. До цієї групи причин викривлення свердловин відносять такі: 1) робота погнутими бурильними чи колонковими трубами, а також з ексцентриситетом у місцях з’єднання бурового снаряда; 2) ексцентричне закріплення ведучої труби в за-

тискних патронах шпинделя; 3) буріння породоруйнівними інструментами, які мають різну товщину стінок; 4) буріння коротким колонковим снарядом, особливо в породах, які перемежовуються за твердістю; 5) наявність великих зазорів між стінками свердловини і снарядом, що буває при великому випуску різців твердосплавної коронки; 6) несвоєчасне закріплення обсадними трубами стінок свердловини в зруйнованих і пухких породах, що призводить до надмірного розширення свердловини; 7) використання бурильних труб малого діаметра в свердловині великого діаметра; 8) перехід на менший діаметр буріння без використання спеціального перехідного снаряда, який складається з колонкових труб попереднього і наступного діаметрів, з'єднаних перехідником; 9) використання снарядів недостатньої жорсткості при бурінні з великими осьовими навантаженнями.

Викривлення свердловини через технічні причини неприпустиме, попередження їх – обов'язок бурової бригади.

Причини ***технологічного*** характеру пов'язані зі способами і параметрами режиму буріння. Вони можуть викликати нерівномірне розбурювання вибою і стінок свердловини, утворення значних зазорів між стінкою свердловини і буровим снарядом, а також збільшення сил, які відхиляють колонковий снаряд від осі свердловини.

Алмазними коронками породи руйнуються більш рівномірно; зазор між стінками свердловини і колонковим снарядом не перевищує 1–1,5 мм, тому свердловини викривлюються незначно.

Твердосплавні коронки з великим випуском різців у бік (особливо ребристі) утворюють значний зазор між стінками свердловини і колонковим набором, у результаті чого при розбурюванні неоднорідних за твердістю порід створюються сприятливі умови для викривлення свердловини.

Суттєво впливає на викривлення свердловини механічна швидкість буріння. Чим більша механічна швидкість, тим менша інтенсивність викривлення, через те що час дії факторів, які сприяють викривленню свердловини на даному інтервалі зменшується.

Велике осьове навантаження на породоруйнівний інструмент сприяє викривленню свердловини. Однак до тих пір, поки збільшення осьового навантаження супроводжується відповідним збільшення швидкості буріння, воно є фактором, який знижує інтенсивність викривлення. Якщо з підвищенням осьового навантаження швидкість буріння не збільшується, інтенсивність викривлення зростає, особливо при роботі короткими, недостатньо жорсткими снарядами.

Збільшення частоти обертання бурового снаряда сприяє зростанню відцентрових сил, які відхиляють снаряд від осі свердловини. У той же час підвищується стійкість обертового вала, якщо його розглядати як гіроскопічний маятник. Крім того, зі збільшенням частоти обертання бурового снаряда підвищується механічна швидкість буріння і, як наслідок, скорочується час дії факторів, які викривлюють свердловину. Тому збільшення частоти обертання снаряда вважають фактором, який знижує інтенсивність викривлення свердловини.

Надмірне інтенсивне промивання в м'яких породах, особливо при поганій якості глинистого розчину, викликає розмивання стінок свердловини. А збіль-

шення діаметра свердловини призводить до перекосу снаряда і відхилення свердловини від заданого напрямку.

Попередження технологічних причин викривлення свердловин значною мірою залежить від кваліфікації бурової бригади.

Основні ознаки, які вказують на значне викривлення свердловини: 1) підвищений знос бурового інструменту, який працює в свердловині, особливо бурильних труб і їх замкових з'єднань; 2) утруднене прокручування підвішеного в свердловині інструменту; 3) зменшення навантаження на гаку при спуску бурового інструменту і різке його збільшення при підйомі; 4) збільшення кількості аварій, головним чином, обривів бурильних труб; 5) ненормальна робота бурового обладнання – перевантаження двигуна, перегрів вузлів верстата, підвищений тиск на буровому насосі.

При появі цих ознак необхідно зробити замір викривлення свердловини і вжити заходів щодо його усунення.

11.3. Скероване і багатовибійне буріння

Свердловини, які сильно викривились у процесі буріння, виправляють одним з наведених нижче способів.

Якщо викривлення відбулося в породах невисокої твердості, викривлену ділянку цементують, а потім перебурюють довгим жорстким колонковим снарядом при невеликому осьовому навантаженні на породоруйнівний інструмент. При викривленні свердловини в твердих породах ділянку початку її відхилення торпедують, після чого в свердловині встановлюють обсадні труби, цементують їх і продовжують буріння при знижених параметрах режиму буріння.

Окрім того, виправити викривлену свердловину можна шляхом її штучного викривлення в зворотному напрямку.

Штучне викривлення використовують також для повторного перебурювання інтервалів, з яких не був отриманий керн, і для обходу місць складних аварій, ліквідація яких економічно недоцільна.

Штучно викривлюючи свердловину за допомогою різних технічних і технологічних засобів, можна здійснювати ***скероване буріння***.

Скероване буріння свердловин використовується під ділянки, на яких неможливо з будь-яких причин закласти свердловину (болота, споруди, водойми тощо).

При розвідці родовищ з крутим падінням пластів корисної копалини виникає необхідність буріння скерованих свердловин, які бурити значно важче, ніж вертикальні. У таких випадках доцільно використання скерованого буріння, коли закладають вертикальні або слабопохилі свердловини, а на глибині їх викривлюють і перетинають корисну копалину вхрест її простягання в наміченому місці.

Штучне викривлення в заданому напрямку використовується також для ***буріння багатовибійних свердловин***, коли з основного стовбура відводиться декілька додаткових стовбурів, які перетинають корисну копалину за встановленою сіткою (рис. 11.3). Багатовибійне буріння здійснюється у нижченаведеному порядку. Після підсікання рудного тіла основним стовбуром свердловини

на визначеній відстані від вибою встановлюють відхилювач і забурюють новий стовбур, яким перетинають корисну копалину в іншій точці. Так само здійснюється буріння інших додаткових стовбурів. Їх можна забурювати як з основного, так і з будь-якого нового стовбура. При проектуванні таких свердловин повинен враховуватися необхідний кут зустрічі з корисною копалиною.

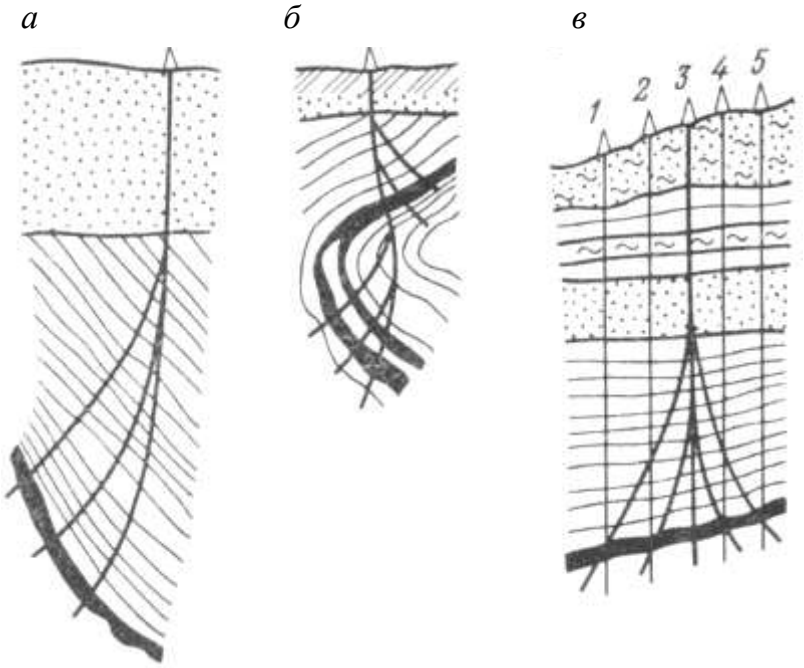

Рис. 11.3. Основні типи трас багатовибійних свердловин

Для попередження надмірного перегину бурильної колони при роботі радіус кривизни викривленої свердловини повинен бути не менше ніж 60 м.

Для розробки трас свердловин використовуються графічний, аналітичний і графоаналітичний способи. За їх допомогою розроблені такі основні типи трас багатовибійних свердловин:

1. Односторонні перисті з вертикальним або похилим положенням основного стовбура і додатковими стовбурами в одному азимутальному напрямку (рис. 11.3, *а*). Вони рекомендуються при розвідці крутоспадних або вертикальних покладів пластового, жилоподібного і лінзоподібного типів. Якщо геологічний розріз складений пухкими або однорідними породами, що залягають горизонтально, то основний стовбур задається вертикально, а якщо крутоспадними – похило.

2. Двосторонні віялоподібні з вертикальним або похилим основним стовбуром і додатковими стовбурами в протилежних азимутальних напрямках (рис. 11.3, *б*). Такий тип трас рекомендується використовувати при вивченні крутоспадних і вертикальних штокоподібних і трубоподібних покладів, а також покладів пластового типу, які мають форму синкліналей і антикліналей з крутим падінням крил.

3. Комбіновані з вертикальним або похилим положенням основного стовбура і додатковими стовбурами в декількох азимутальних напрямках (рис. 11.3, *в*). Такі профілі доцільно використовувати при пластоподібних і лінзоподібних покладах, що залягають горизонтально.

Аналіз економічної ефективності багатовибійного буріння показує, що при спорудженні неглибоких свердловин (до 250–300 м) його використання невигідно. А буріння глибоких багатовибійних свердловин дає економію близько 40–55 %.

Технічні засоби для штучного викривлення свердловин поділяються на такі групи:

1) стаціонарні клини, які використовують для забурювання додаткових стовбурів при бурінні багатовибійних свердловин, обході аварійних інтервалів у свердловині, повторному перебурюванні корисної копалини;

2) відхиляючі снаряди, які призначені для штучного викривлення свердловин з їх природного вибою, вони поділяються на:

а) клинові витягувані снаряди – забезпечують у процесі штучного викривлення буріння пілот-свердловини зменшеного діаметра;

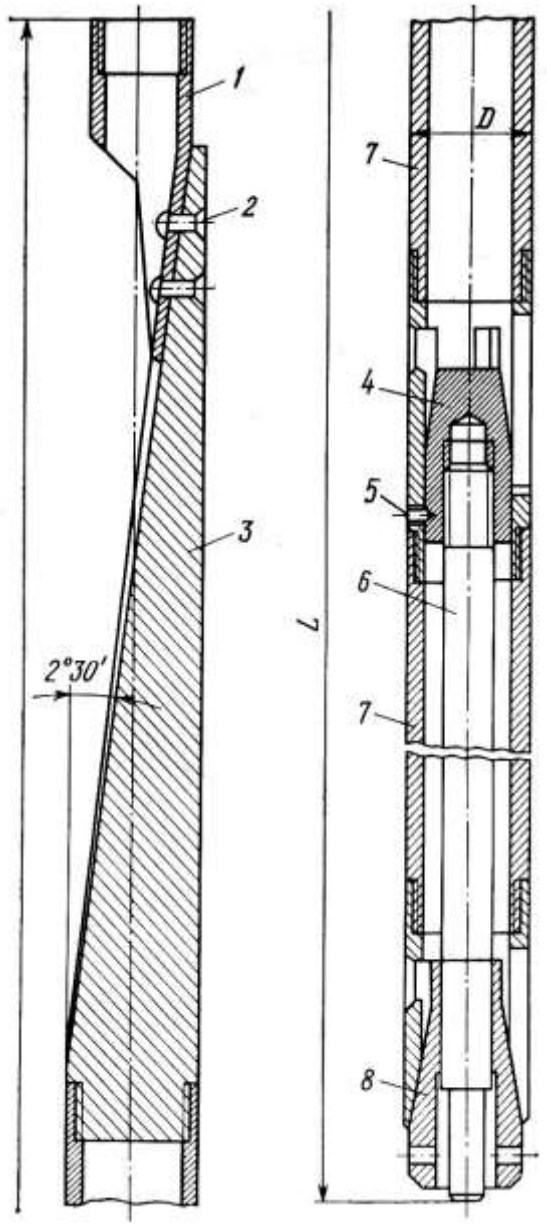

Рис. 11.4. Стаціонарний відхиляючий клин КОС:
1 – установлювальна труба; 2 – заклепки; 3 – клин;
4, 8 – розпірні конуси; 5 – кріпильний гвинт;
6 – шток; 7 – з'єднувальний патрубок

б) снаряди багатократної дії – дозволяють викривлювати свердловину при збереженні її діаметра;

в) безклинові ковзні бурові снаряди – забезпечують безперервний набір кривизни впродовж усього процесу штучного викривлення при збереженні діаметра свердловини;

3) шарнірні й центровані компоновки колонкових наборів, що включають:

а) шарнірні компоновки – призначені для виположування свердловин в сприятливих геологічних умовах або для подальшого викривлення свердловини, яка спочатку пробурена при використанні будь-якого відхиляючого снаряда;

б) центровані компоновки – використовують для зменшення інтенсивності природного викривлення свердловин і прооблення інтервалів штучного викривлення.

Клинові стаціонарні (невитягувані) видхилювачі КОС складаються із суцільнометалевого клина і пристрою, що розкріплює (рис. 11.4). Клин 3 разом з пристроєм, що розкріплює, спускається в свердловину на бурильних трубах і установлюється на вибій. Під дією маси бурильної колони або додатко-

вого навантаження гідравлічною системою верстата зрізається кріпильний гвинт 5, і корпус пристрою, що розкріплює, який має у верхній і нижній частинах вузли, що розкріплюють, пересунеться відносно конусів 4 і 8, які з'єднані штоком 6, і розклиниться в свердловині. Потім, збільшуючи осьове навантаження до 3000–3500 даН, зрізують заклепки 2 і бурильну колону з установочною трубою 1 витягають зі свердловини.

Клини КОС можуть бути встановлені на штучний вибій, який створений у будь-якому місці свердловини, він використовується при необхідності забурювання додаткового стовбура (наприклад, при багатовибійному бурінні). Для створення штучного вибою застосовується пробка-вибій.

Важливою перевагою безклинових ковзних снарядів безперервної дії є можливість рівномірного набору кривизни одночасно з бурінням без втрати діаметра.

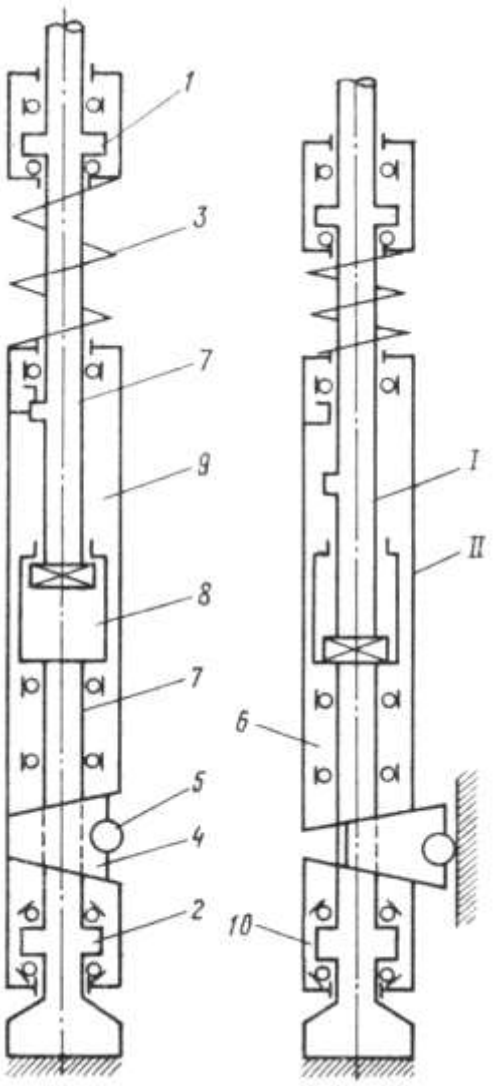

Рис. 11.5. Принципова схема снаряда ТЗ-3:
I – ротор; II – статор:
1 – верхній опорний вузол;
2 – нижній опорний вузол; 3 – пружина;
4 – повзун; 5 – катки;
6 – верхній напівклин; 7 – вал;
8 – шліцьова муфта; 9 – корпус;
10 – нижній напівклин

Снаряд ТЗ-3 (тарбаган забайкальський) дозволяє викривлювати свердловину плавною дугою при застосуванні різних типів доліт (рис. 11.5).

Він складається з ротора I, який з'єднаний з долотом, і статора II. Ротор включає два опорних вузли – верхній 1 і нижній 2, пов'язані з валом 7 і шліцьовою муфтою 8. Статор оснащений верхнім 6 і нижнім 10 напівклинами, повзуном 4 з опорними каретками, корпусом 9 і пружиною 3.

При передачі осьового навантаження на снаряд вал 7, зсуваючись униз, через муфту 8 давить на повзун 4, притискаючи його до стінки свердловини. Катки 5 вдавлюються в стінки свердловини і при пересуванні повзуна 4 разом зі снарядом утримують його в заданій фіксованій площині. З передачею осьового навантаження розвивається відхиляюча сила, яка постійно діє на долото.

Довжина циклу безперервного викривлення снарядом ТЗ-3 коливається від 3 до 15 м. Набір кривизни за цикл у середньому 1–1,15° на 1 м.

Відхиляючі снаряди з шарнірною компоновкою складаються зі спеціальної коронки 1 з потовщеною матрицею (12А3, 13И3), колонкової труби 2, діаметр якої на ступінь менший, ніж діаметр коронки, і шарнірного пристрою 4, за яким розта-

шовані бурильні труби (рис. 11.6). Наявність шарніра зменшує жорсткість з'єднання колонкового набору з бурильною колоною. Такий снаряд спирається на стінку свердловини коронкою і шарнірним пристроєм (рис. 11.6, *а*). При цьому вісь колонкового набору установлюється під кутом до осі свердловини. За рахунок постійного збереження цього кута перекосу в процесі буріння відбувається безперервний набір кривизни свердловини. Чим більший кут перекосу і менша довжина колонкового набору, тим більша інтенсивність викривлення.

Використовуються також відхиляючі снаряди з шарнірним пристроєм, у яких колонкова труба розділена муфтою 3, яка є проміжною опорою (рис. 11.6, *б*). Діаметр муфти на 1–3 мм менший за діаметр коронки. Положення муфти відносно коронки і шарніра впливає на інтенсивність викривлення свердловини.

Шарнірні компоновки снарядів можна використовувати в комбінації з клиновими відхилювачами.

Відпилювачі в свердловинах орієнтуються за допомогою різних орієнтаторів, які поділяють на заглибні, що входять до складу бурового снаряда, і на витягувані, які опускають усередину бурильної колони тільки на період орієнтації відхилювачів.

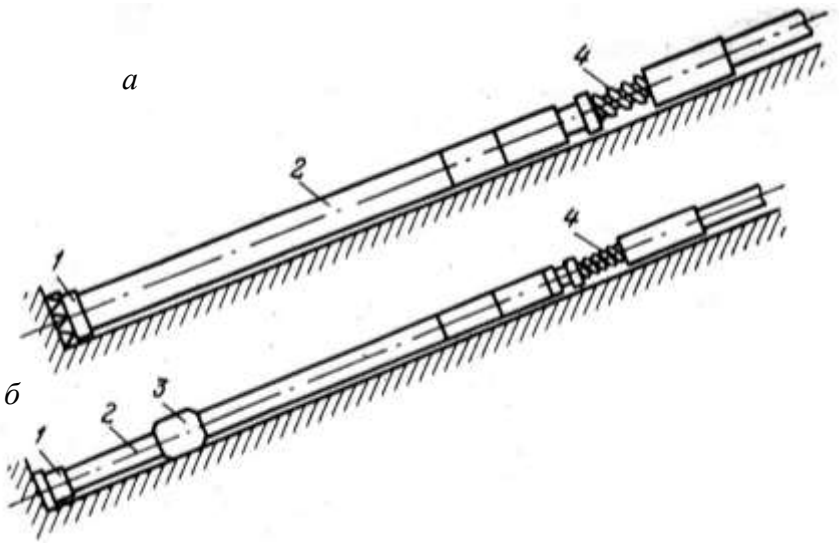

Рис. 11.6. Шарнірні компоновки снаряда:
а – з опорою на коронку; *б* – з проміжною опорою

11.4. Буріння горизонтальних і підняттєвих свердловин

Горизонтальні свердловини бурять з поверхні землі та з підземних гірничих виробок.

Основний об'єм буріння горизонтальних свердловин виконується з підземних гірничих виробок в стадії детальної і особливо експлуатаційної розвідки на великих глибинах залягання корисної копалини. За допомогою горизонтальних і підняттєвих свердловин визначають потужність і якість рудних тіл, проводять їх оконтурювання, уточнюють деталі геологічної будови, ведуть пошуки "загублених" рудних тіл, підвищують ступінь розвідуваності окремих горизонтів, виявляють нові запаси для подовження строку служби існуючих рудників. Розвідка крутоспадних і вертикальних штокоподібних, трубоподібних, а також

неправильної форми покладів у вигляді гнізд, вкраплень або серії сліпих тіл неможливо без буріння свердловин з гірничих виробок.

Технічні горизонтальні і підняттєві свердловини широко використовуються для вентиляції, водовідливу, прокладки трубопроводів, кабелів, дегазації вугільних пластів тощо.

Заміна проходки гірничих виробок бурінням свердловин дає велику економію, значно скорочує строки розвідки.

При бурінні з підземних гірничих виробок замість вишки і бурової будівлі необхідна спеціально обладнана камера. Залежно від кута закладення свердловин камери для підземного буріння поділяються на чотири типи: 1) для горизонтальних і слабопохилих; 2) для вертикальних і крутоспадних; 3) для свердловин, які задані під великим кутом нахилу; 4) для підняттєвих.

Камери першого типу складаються з підхідної виробки і машинного залу (рис. 11.7). За допомогою підхідної виробки камера з'єднується із загальною системою гірничих виробок. Машинний зал призначений для розміщення й експлуатації бурового обладнання. Такі камери зазвичай мають просту форму і невеликі розміри.

Камери другого і третього типів складаються з трьох елементів: підхідної виробки; машинного залу і шатрової частини (гезенка). У гезенку розміщаються кронблок, талева оснастка, поміст та бурильні труби.

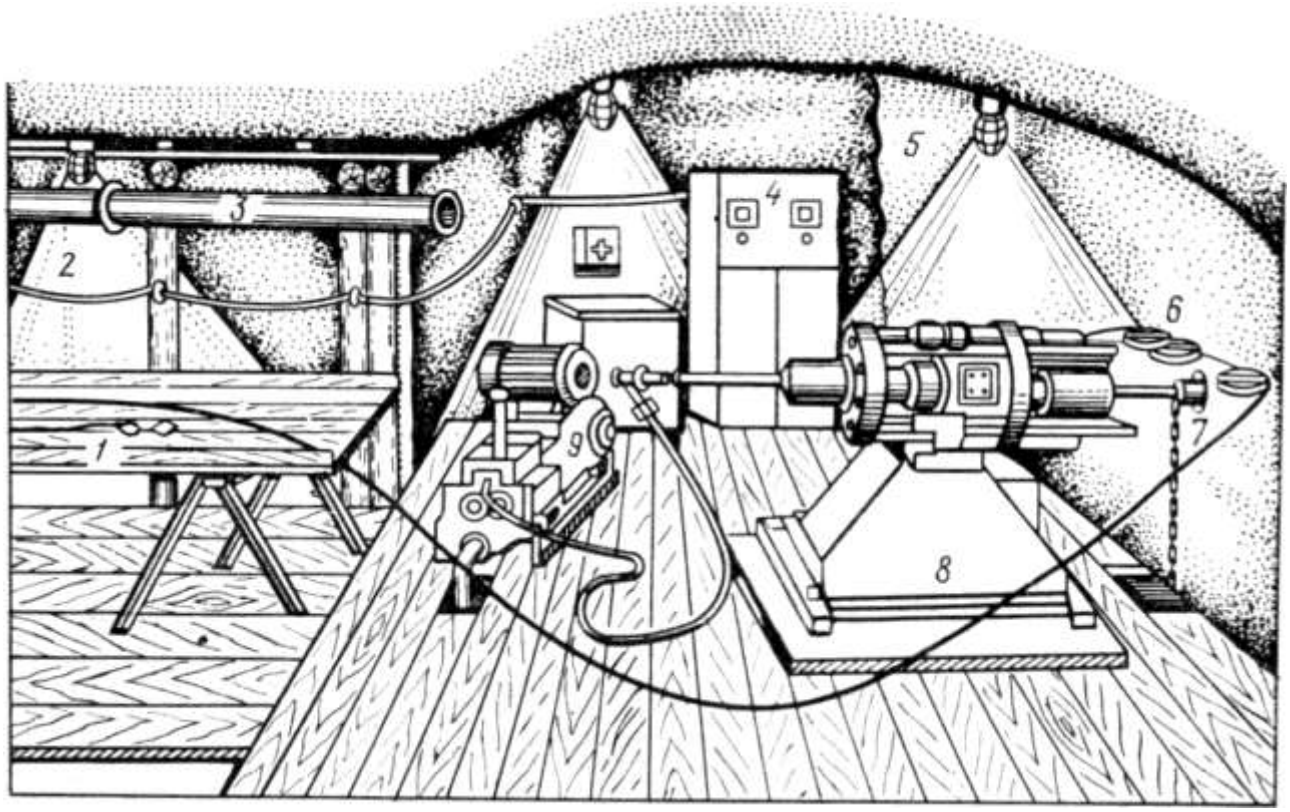

Рис. 11.7. Камера для підземного буріння горизонтальних свердловин:
1 – лоток для бурильної колони; 2 – підхідна виробка; 3 – вентиляційна труба; 4 – шафа керування; 5 – машинний зал; 6 – система блоків для спуско-підіймальних операцій; 7 – напрямна труба свердловини; 8 – буровий верстат; 9 – насос

Камери четвертого типу відрізняються від перших трьох наявністю в підлозі виробки шурфу, в якому поміщаються ведуча бурильна труба з буровим сальником і бурильні труби при їх витяганні зі свердловини.

Розміри кожної частини камерної виробки визначаються відповідно до їх призначення, використовуваного обладнання та вимог правил технічної експлуатації і безпечного ведення бурових робіт. Форма і розміри поперечного перерізу підхідних виробок аналогічні типовим перерізам основних виробок, а їх довжина визначається відстанню між точкою закладання свердловини і гірничою виробкою.

Свердловини з підземних гірничих виробок переважно бурять у твердих, стійких породах зазвичай без кріплення обсадними трубами або з установкою лише напрямної труби. Діаметри розвідувальних свердловин як правило 26, 36, 46 і 59 мм.

Для буріння використовують спеціалізовані верстати (БСК-2П(В)-100, БСК-2М1-100 та ін.) або модифікації установок, які призначені для буріння свердловин з поверхні (УКБ-50/100К, СКБ-3, СКБ-4, СКБ-5, СКТО-65 (ЗИФ-650М), СКТО-75 (ЗИФ-1200МР) та ін.).

Найбільш раціональним при підземному бурінні є використання алмазного породоруйнівного інструменту, що дає змогу зменшити трудомісткість через використання порівняно легкого обладнання, технологічного та іншого інструменту.

Висновок

У цьому розділі розглянуто причини і закономірності викривлення свердловин; наведені основні особливості скерованого, багатовибійного буріння, а також буріння горизонтальних і підняттєвих свердловин; описані технічні засоби для викривлення свердловин.

Контрольні питання

1. *Що називають зенітним кутом?*
2. *Що називають азимутальним кутом?*
3. *Які існують геологічні причини викривлення свердловин?*
4. *Наведіть технічні причини викривлення свердловин.*
5. *Що належить до технологічних причин викривлення свердловин?*
6. *Яким чином запобігти небажаному викривленню свердловини?*
7. *Якими способами можна регулювати викривлення свердловини?*
8. *В яких умовах найбільш вживане буріння скерованих і багатовибійних свердловин?*
9. *Які типи трас використовують при багатовибійному бурінні?*
10. *Яким чином класифікують технічні засоби для штучного викривлення свердловин?*
11. *Яка будова клина КОС?*
12. *Яка будова відхиляючого снаряда ТЗ-3?*
13. *Яким чином відбувається викривлення свердловини при використанні шарнірної компоновки?*
14. *Яка галузь застосування буріння горизонтальних і підняттєвих свердловин?*
15. *На які типи поділяють камери для підземного буріння?*
16. *Які бурові верстати використовують при бурінні горизонтальних і підняттєвих свердловин?*