

# БУРИЛЬНА КОЛОНА

## Призначення та складові елементи бурильної колони

Бурильна колона призначена для:

- а) передачі обертання від ротора до долота;
- б) сприйняття реактивного моменту вибійного двигуна;
- в) підводу до вибою промивальної рідини;
- г) створення осьового навантаження на долото;
- д) підйому і спуску долота і вибійного двигуна;
- е) монтажу окремих секцій струмопідводу при бурінні електробуром;
- є) проведення допоміжних робіт (проробка, розширення і промивання свердловини, дослідження пластів тощо).

Бурильна колона складається з ведучої труби, бурильних труб, обважнених бурильних труб, замків, перевідників і з'єднуючих муфт.

Бурильна колона – це зв'язувальна ланка між буровим обладнанням, розміщеним на поверхні, і породоруйнуючим інструментом.

## **Умови роботи бурильної колони в свердловині**

При роторному способі бурильна колона передає обертання від ротора до долота і знаходиться в складному напруженому стані.

При цьому на бурильну колону діють:

- осьова сила розтягу від дії сил власної ваги і перепаду тиску на долоті, яка максимальна у верхньому перерізі;
- осьова сила стиску, яка виникає від осьового навантаження в нижньому перерізі;
- крутний момент, який призводить до появи в бурильній колоні дотичних напружень, максимальні значення якого у верхньому перерізі;

- знакозмінні напруження, які виникають від обертання зігнутої колони і викликають втому з'єднань елементів бурильної колони;
- напруження, що виникають від поперечного і поздовжнього згину бурильної колони;
- динамічні навантаження, які виникають у процесі роботи долота на вибої;
- інерційні навантаження, які виникають при спуско-підіймальних операціях.

При бурінні з вибійними двигунами колона бурильних труб не обертається.

Тому на бурильну колону діють розтягуючі і стискуючі навантаження, обумовлені вагою колони і вибійного двигуна, перепадом тиску на долоті і у вибійному двигуні і реакцією вибою від осьового навантаження на долото.

Реактивний момент вибійного двигуна та згинаючі навантаження, що виникають у нижній частині бурильної колони при втраті нею поздовжньої стійкості, незначні і в практичних розрахунках не враховуються.

Таким чином, при роторному способі буріння умови роботи бурильної колони складніші і тому імовірність аварій з бурильною колоною при роторному бурінні значно вища.

## **Конструктивні особливості елементів бурильної колони**

Відповідно до стандарту виготовляють такі типи сталевих бурильних труб:

- 1) з висадженими всередину кінцями і з'єднуючими муфтами до них (ТБВ);
- 2) з висадженими назовні кінцями і з'єднуючими муфтами до них (ТБН);
- 3) з висадженими всередину кінцями і конічними стабілізуючими поясками (ТБВК);
- 4) з висадженими назовні кінцями і конічними стабілізуючими поясками (ТБНК);
- 5) з привареними з'єднувальними кінцями (ТБПВ);

б) труби для буріння з електробуром (ТБПВЕ).

Крім сталевих, виготовляються також бурильні труби з алюмінієвих сплавів (ЛБТ).

Стандартом передбачено випуск труб довжиною 6 м, 8 м і 11,5 м, зовнішнього діаметра від 60 до 168 мм.

На кінцях труби нарізується конічна різьба трикутного (труби ТБВ і ТБН типів) або трапецієвидного (труби ТБВК і ТБНК типів) профілю.

Бурильні труби із стабілізуючими поясками (тип ТБВК і ТБНК) є герметичнішими і міцнішими за відповідні труби ТБВ і ТБН типу.

З'єднуючі муфти призначені для з'єднання коротких (довжиною 6 м і 8 м) труб типу ТБВ і ТБН у двотрубки. Випуск муфт для труб з різьбою трапецієвидного профілю не передбачений.

Бурильні труби і з'єднувальні муфти виготовляються із сталей груп міцності Д, К, Е, Л, М, Р, Т.

Бурильні труби з висадженими назовні кінцями і привареними замками мають рівнопрохідний канал по довжині труби, що обумовлює як і при застосуванні бурильних труб з висадженими назовні кінцями (тип ТБН і ТБНК), мінімальні гідравлічні опори при русі промивальної рідини по бурильній колоні.

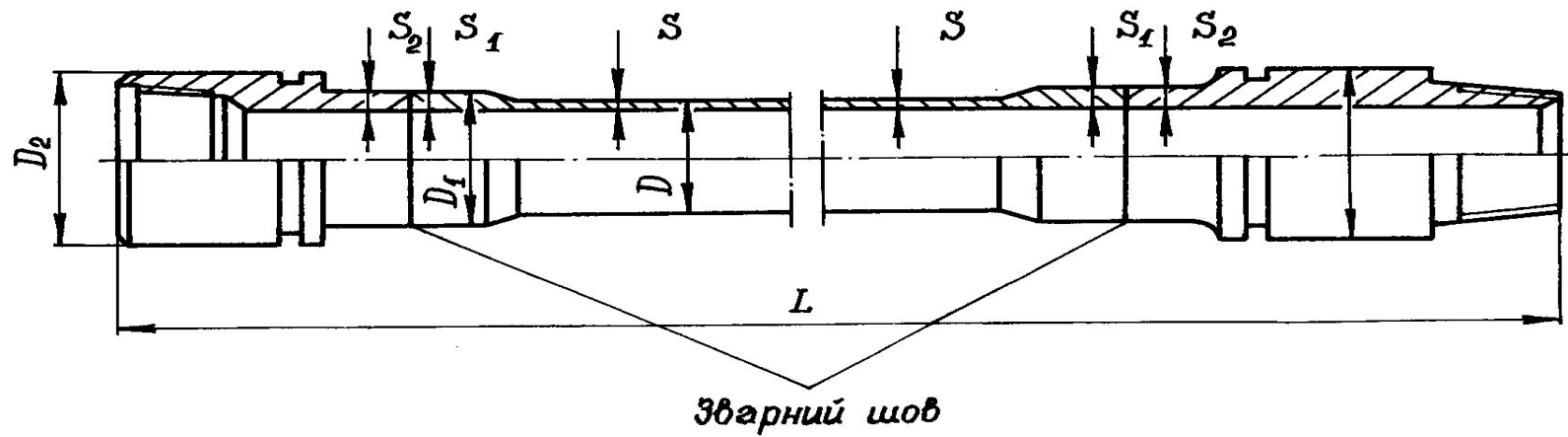


Рисунок 5.2 – Бурильна труба типу ТБПВ

Виготовляють ці труби приварюванням до трубної заготовки з висадженими назовні кінцями замків спеціальної конструкції.

Труби випускають довжиною 12 м з умовним діаметром 114 і 127 мм.

Труби типу ТБПВ застосовують при турбінному і роторному способах буріння, а також при бурінні похило-скерованих свердловин, оскільки складені з них бурільні колони мають рівнопрохідний отвір, що полегшує умови спуску і підйому приладів, які використовуються для контролю

Для комплектування бурильних колон, призначених для буріння свердловин з електробуром, випускаються труби типу ТБПВЕ діаметром 127 і 140 мм, які відрізняються від труб ТБПВ конструкцією з'єднувальних кінців.

До переваг бурильних колон, складених із труб ТБПВ, належить можливість їх застосування як обсадних колон, але при умові, що їх вартість буде менша або рівна вартості обсадних труб.

До недоліків бурильних труб типу ТБПВ належить можливе паралельне зміщення і перекося осей з'єднувальних кінців і труби, що ведуть до передчасного виходу з ладу бурильної колони.

Для виготовлення легкосплавних бурильних труб (ЛБТ) застосовують дюраль Д16 (сплав Al-Cu-Mg), зміцнений термообробкою, і тому він одержав шифр Д16Т.

Переваги ЛБТ:

- їх діамагнітність, що дозволяє заміряти зенітний кут та азимут свердловини інклінометрами, які спускають у бурильну колону;

- наявність у них гладкої внутрішньої поверхні, що знижує гідравлічні опори приблизно на 20 % порівняно зі стальними бурильними трубами аналогічного перерізу.
- Недоліки ЛБТ:
  - їх не можна експлуатувати при температурах вищих 150 °С, оскільки при вищих температурах міцнісна характеристика сплаву Д16Т різко знижується;
  - неможливість їх експлуатації при наявності в свердловині промивальної рідини з концентрацією водневих іонів  $pH > 10$ , у зв'язку із сильною кородуючою дією лужного середовища на сплави алюмінію;
  - недопустимі і кислотні ванни, які застосовують для звільнення прихопленої стальної бурильної колони.

## - Бурильні замки

- У процесі спуску і підйому бурильної колони недоцільно згвинчувати всі труби, з яких зібрана колона.



Набагато швидше здійснювати спуско-підіймальні операції при згвинчуванні-розгвинчуванні декількох труб у зборі. Комплект таких труб прийнято називати свічкою.

Свічка може бути зібрана довжиною біля 25 м із двох труб при висоті вишки (41-45) м і довжиною біля 37 м з трьох труб при висоті вишки (53-58) м.

З'єднання труб у свічки і свічок одна з одною здійснюється з допомогою бурильних замків.

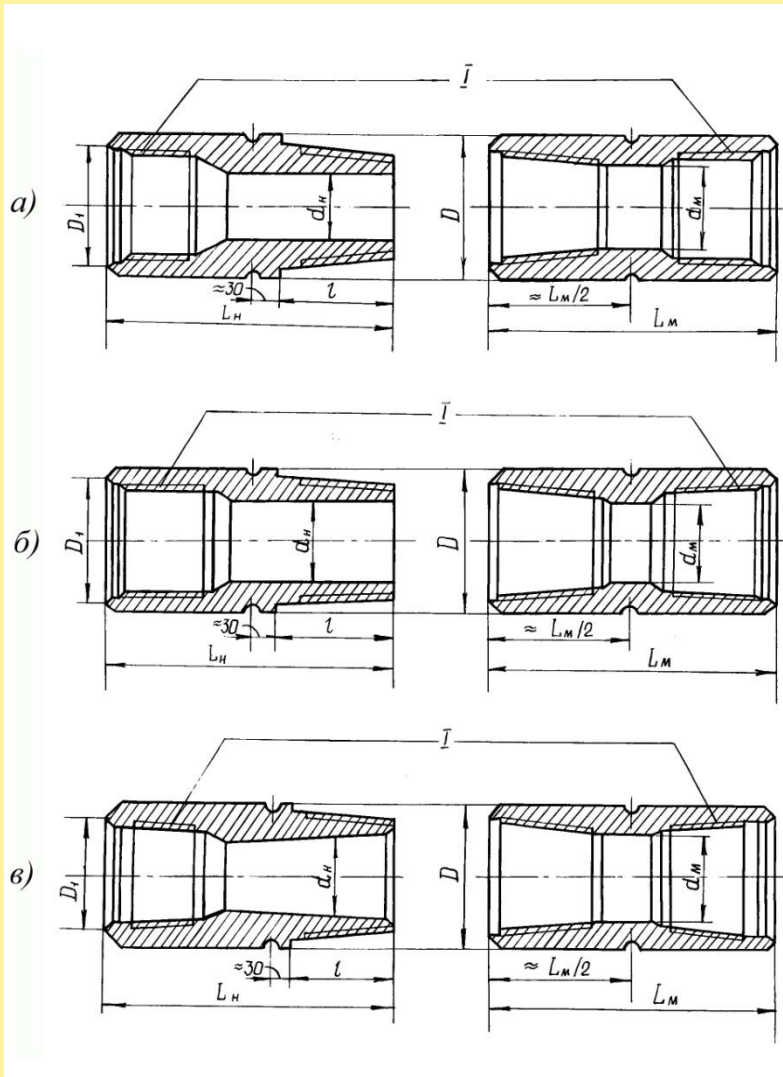
При наявності коротких труб (6 м) спочатку збирають двотрубки, а потім двотрубки і свічки збирають з допомогою замків.

У бурильній колоні основними з'єднуючими елементами є бурильні замки, які випускають декількох типів:

а) ЗН – з діаметром прохідного отвору значно меншим, ніж діаметр прохідного отвору труб з висадженими всередину кінцями;

б) ЗШ – з діаметром прохідного отвору приблизно таким, як і діаметр прохідного отвору труб з висадженими всередину кінцями;

в) ЗУ – із збільшеним, порівняно із замками ЗШ, діаметром прохідного отвору для труб з висадженими назовні кінцями.



а - типу ЗН;

б - типу ЗШ;

в - типу ЗУ;

I-різьба для з'єднання з

Рисунок 5.3 – Бурильні замки для бурільних труб з висадженими кінцями типів 1 і 2

Замки ЗН і ЗШ використовують для з'єднання бурильних труб з висадженими всередину кінцями. Значне звуження прохідного отвору в бурильних замках типу ЗН значно збільшує втрати тиску при циркуляції промивальної рідини. Тому такі бурильні замки використовують тільки при роторному способі буріння.

Замки типу ЗУ застосовують як при роторному, так і при бурінні з вибійними двигунами.

Для з'єднання бурильних труб з висадженими всередину кінцями і стабілізуючими поясками розроблені бурильні замки ЗШК, з висадженими назовні кінцями – бурильні замки ЗУК.

Кожний із типів бурильних замків складається із ніпеля і муфти і має свої розміри.

Ніпель і муфта бурильного замка з'єднуються між собою з допомогою конічної великої різьби трикутного профілю, яка дістала назву **замкової**, а приєднання цих деталей до бурильних труб здійснюється за допомогою конічної мілкої трубної різьби трикутного або трапецієвидного профілю.

Замкова різьба має всі витки однакового профілю.

Велика замкова різьба з великою конусністю дозволяє багаторазово згвинчувати і розгвинчувати свічки з незначною затратою часу.

Переваги замків:

- прискорюють спуско-підймальні операції;
- запобігають передчасному зношуванню бурильних труб, так як при наявності замкового з'єднання ключами захоплюються не бурильні труби, а ніпель і муфта бурильного замка.

Недоліки замків:

- для скручування двох труб застосовують не одно, а три різьбових з'єднання, що зменшує міцність колони;
- при використанні бурильних замків типу ЗШ, і особливо типу ЗН затруднюється застосування колонкових доліт із зйомним керноприймачем та використання різних приладів, що спускаються в свердловину.

# Обважнені бурильні труби

Обважнені бурильні труби (ОБТ) призначені для створення осьового навантаження на долото і збільшення жорсткості і стійкості нижньої частини бурильної колони.

Обважнені бурильні труби бувають таких типів:

- а) з гладкою поверхнею на всій довжині;
- б) з конусним проточуванням у верхній частині;
- в) збалансовані;
- г) квадратного перерізу по периметру;
- д) зі спіральними канавками.

ОБТ перших двох типів мають на кінцях замкову різьбу.

При наявності на трубі з одного кінця зовнішньої, а з іншого – внутрішньої різьби ОБТ називають проміжною, а при наявності на обидвох кінцях внутрішньої різьби – наддолотною. Комплект ОБТ має одну наддолотну трубу і необхідну кількість проміжних труб.

Виготовляють ОБТ перших двох типів із сталей групи міцності Д і К методом прокатування без подальшої термічної обробки, що обумовлює їх недостатню міцність і невисоку зносостійкість.

Крім того, вони мають значні допуски на кривизну, різностінність та овальність.

Вади усунені в збалансованих обважнених бурильних трубах (ОБТЗ).

Внутрішній канал у цих трубах висвердлений, що забезпечує його прямолінійність, а механічне оброблення зовнішньої поверхні труб, обкатування різьби роликком, термічне оброблення труб і фосфатування різьби підвищують їх міцність.

ОБТ квадратного перерізу по периметру бувають двох типів:

а) збірної конструкції, які складаються з трьох (двох) згвинчених між собою секцій, грані яких зміщені одна щодо одної на  $45^{\circ}$ . Секції з'єднуються між собою з допомогою

б) суцільні, у яких розмір по діагоналі дорівнює розміру долота. Вони виконують функції подовженого стабілізатора. Для збільшення зносостійкості грані квадрата наварюють карбідом вольфраму або релітом. На кінцях труби нарізують внутрішню замкову різьбу.

ОБТ зі спіральними канавками мають на зовнішній поверхні нарізані спіральні канавки, внаслідок чого зменшується імовірність прихоплювання колони і покращується якість промивання.

## **Ведучі бурильні труби**

**Ведучі бурильні труби** призначені для передачі обертання бурильної колони від ротора і реактивного моменту від вибійного двигуна до ротора при одночасній подачі бурильної колони та циркуляції промивальної рідини.

При бурінні нафтових і газових свердловин застосовують ведучі бурильні труби збірної конструкції, які складаються з квадратної товстостінної штанги, верхнього штангового перевідника (ПШВ) і нижнього штангового перевідника (ПШН).

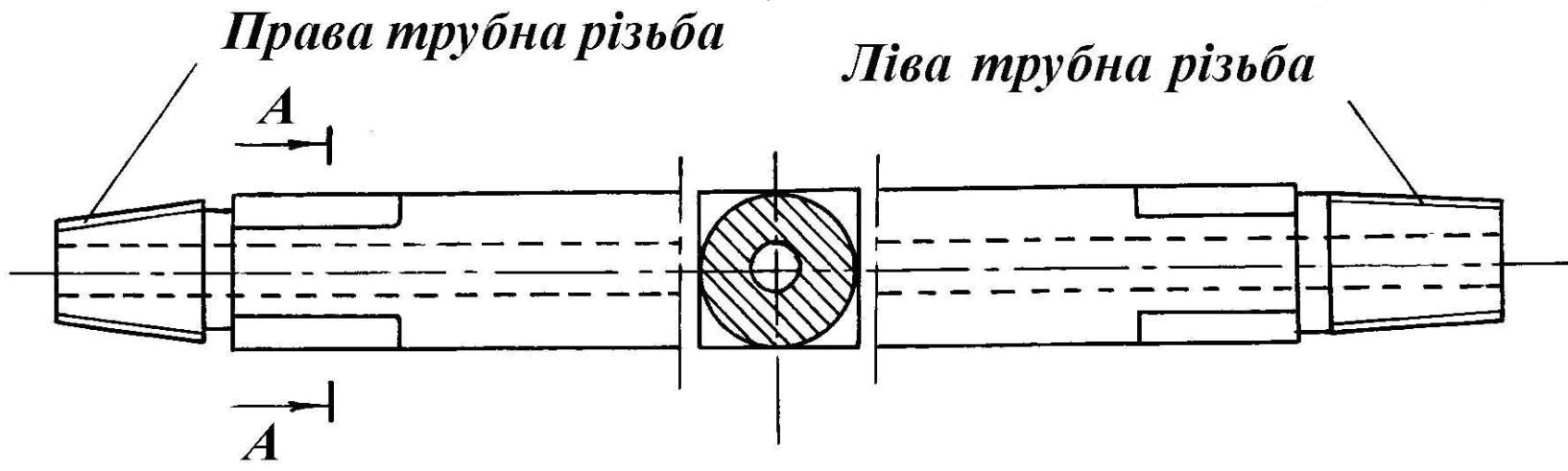
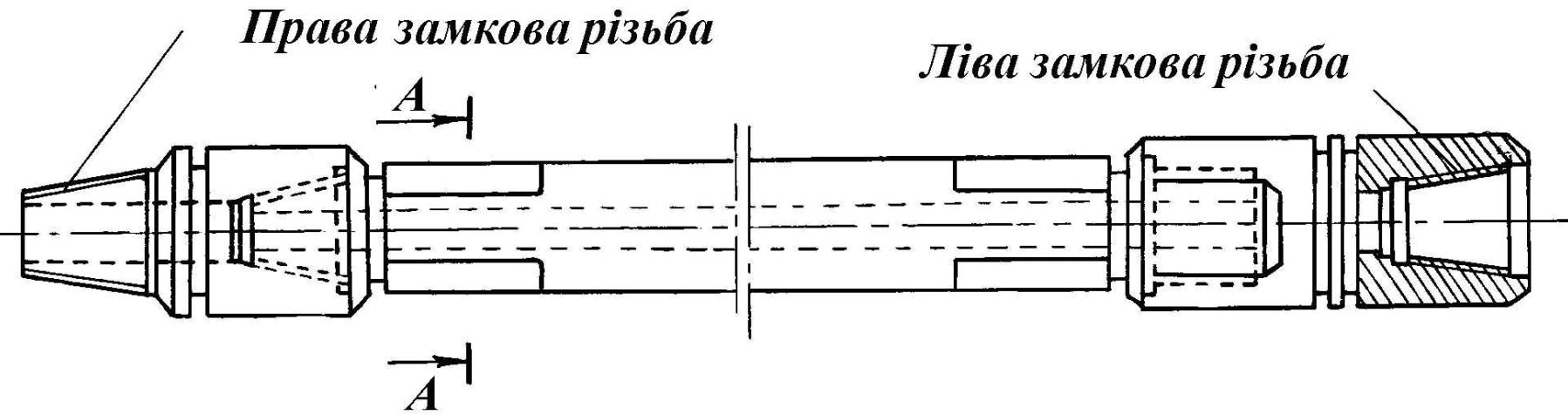


Рисунок 5.5 – Ведуча бурильна труба збірної конструкції



Для захисту від зносу замкової різьб ПШН, яка піддається багаторазовим згвинчуванням та розгвинчуванням при нарощуванні бурильної колони і спуско-підіймальних операціях, на перевідник ПШН додатково нагвинчують запобіжний перевідник.

Квадратні штанги для ведучих труб виготовляють довжиною до 16,5 м із сталі групи міцності “Д” і “К”.

## Перевідники

**Перевідники** призначені для з'єднання елементів бурильної колони з різьбами різних типів і розмірів, а також для приєднання до бурильної колони інструментів.

Всі перевідники поділяються на три типи

- а) перевідники перехідні або запобіжні (ПП);
- б) перевідники муфтові (ПМ);
- в) перевідники ніпельні (ПН).



**Перевідники перехідні** призначені для переходу від різьби одного типу до різьби іншого типу, для з'єднання елементів колони різних діаметрів, для приєднання до бурильної колони різних інструментів.

**Перевідники муфтові і ніпельні** призначені для з'єднання елементів бурильної колони, розміщених один від одного ніпелями або муфтами.

Стандартом передбачено виготовлення перевідників і бурильних замків із одного і того ж матеріалу і з однаковим зовнішнім діаметром. Діаметр прохідного отвору перевідника повинен бути не меншим мінімального внутрішнього діаметра бурильного замка.

## **Технологічне оснащення бурильної колони**

Для покращання умов експлуатації бурильної колони, в ній встановлюють фільтр, зворотний клапан, а на ній – запобіжні кільця, калібратори, центратори, стабілізатори.

**Фільтр** призначений для очищення промивальної рідини від значних домішок, які потрапили в циркуляційну систему.

Він встановлюється всередині бурильної колони між ведучою і бурильними трубами.

**Зворотний клапан** встановлюється у верхній частині бурильної колони для запобігання викиду промивальної рідини через бурильну колону.

**Запобіжні кільця** монтують на бурильній колоні для захисту від зносу кондуктора, проміжної обсадної колони, бурильних труб та їх з'єднувальних елементів у процесі буріння і спуско-підіймальних операцій.

Застосовують гумові і гумовометалеві протекторні кільця.

У вертикальних свердловинах необхідно встановлювати запобіжні кільця на кожній свічці. У похилих свердловинах їх кількість вибирають у залежності від інтенсивності викривлення свердловини, від одного до двох кілець на кожній трубі.

Калібратори, центратори, стабілізатори встановлюють у нижній частині бурильної колони для запобігання довільного викривлення вертикальних свердловин, а також для управління траєкторією осі похило-скерованих свердловин.

**Калібратори** призначені для вирівнювання стінки свердловини і встановлюються безпосередньо над долотом.

**Центратори** призначені для забезпечення суміщення осі бурильної колони з віссю свердловини в місцях їх встановлення.

**Стабілізатори**, довжина яких в декілька разів більша довжини центраторів, призначені для стабілізації зенітного кута свердловини.

Встановлюють стабілізатори безпосередньо над калібратором або поблизу нього, але так, щоб ОБТ, розміщена між калібратором і стабілізатором, при створенні навантаження на долото не згиналась.