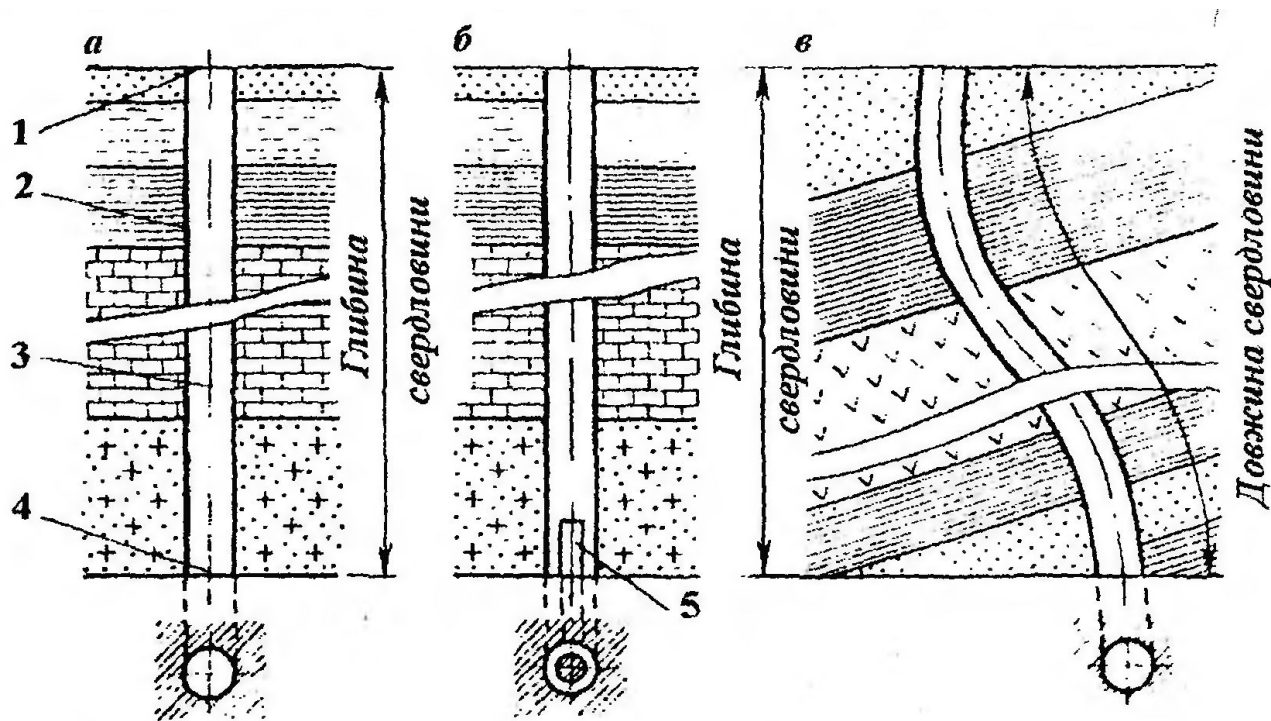


# Поняття про свердловину

Свердловиною називають гірську циліндричну виробку, що споруджується без доступу в неї людини і діаметр якої в багато разів менший від довжини.

Початок свердловини називається устям, циліндрична поверхня - стінкою або стволом, а дно - вибоєм. Відстань від устя до вибою по осі ствола визначає довжину свердловини, а по проекції осі на вертикаль - її глибину.

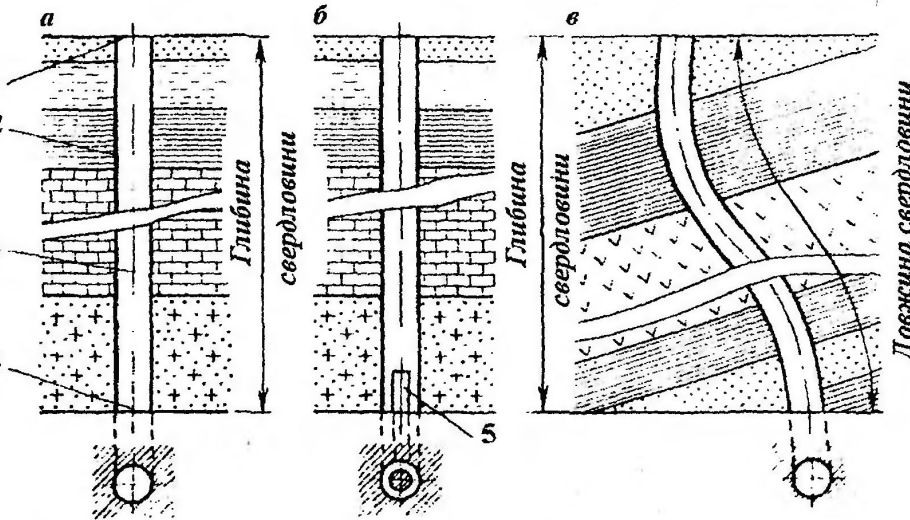


*а, б-вертикальні; в-похила; а,в-буріння без відбору керну;  
б-буріння з відбором керну;*

*1-устя; 2-стінка (ствол); 3-вісь; 4-вибій; 5-кern.*

Свердловини бурять вертикальні і похилі. В останньому випадку свердловину примусово викривляють згідно раніше запроектованого профілю.

Свердловини бурять ступенево, зменшуючи діаметр від інтервала до інтервала. Початковий діаметр нафтових і газових свердловин, як правило, не перевищує 900 мм, а кінцевий рідко буває меншим 165 мм. Глибини свердловин коливаються в широких межах: від декількох сотень до декількох тисяч метрів.

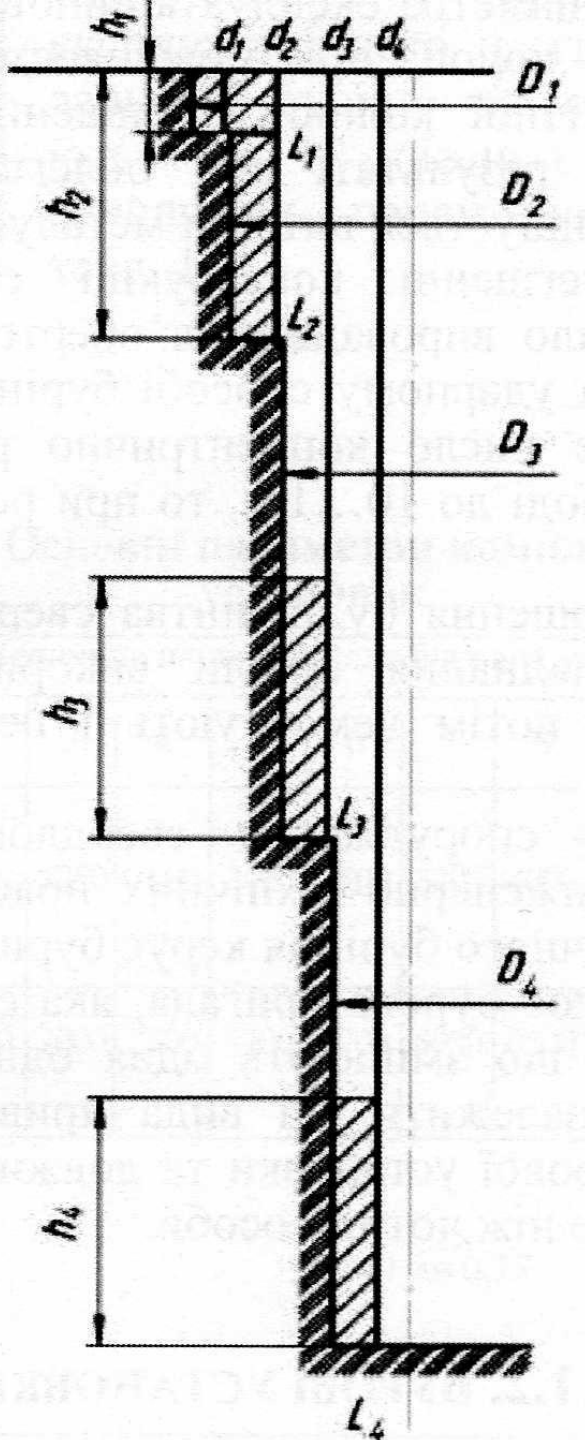


Поглиблення свердловини здійснюється шляхом руйнування породи на всій площі вибою (без відбору керну) або на його периферійній частині (з відбором керну). В останньому випадку в центрі свердловини залишається порода (кern), яку періодично піднімають на поверхню для вивчення пройденого розрізу порід.

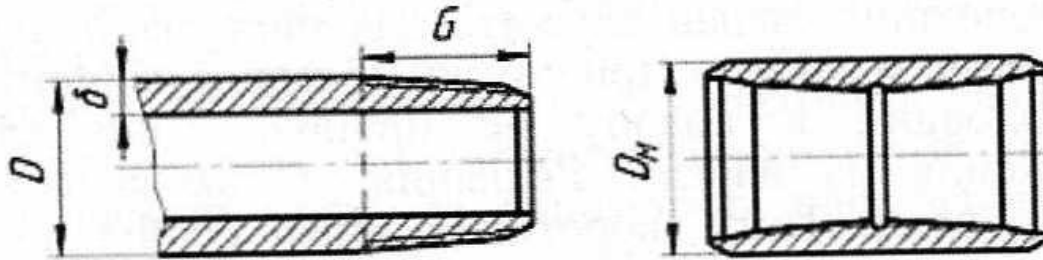
*а, б-вертикальні; в-похила; а,в-буріння без відбору керну; б-буріння з відбором керну; 1-устя; 2-стінка (ствол); 3-вісь; 4-вibій; 5-кern.*

## Триколонна конструкція свердловини

- $D_1, D_2, D_3, D_4$  – діаметри доліт, відповідно при бурінні під направлення, кондуктор, технічну і експлуатаційну колони;
- $d_1, d_2, d_3, d_4$  – діаметри відповідно направлення, кондуктора, технічної і експлуатаційної колон;
- $h_1, h_2, h_3, h_4$  – інтервали цементування затрубного простору відповідно за направленням, кондуктором, технічною і експлуатаційною колонами;
- $L_1, L_2, L_3, L_4$  – глибина спуску відповідно направлення, кондуктора, технічної і експлуатаційної колон



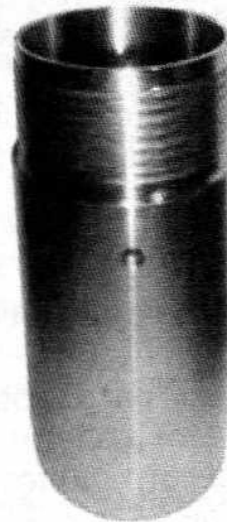
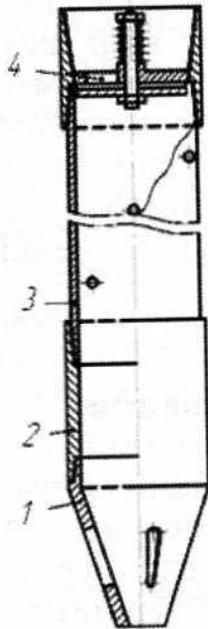
## Елементи обсадної колони



### Обсадна труба і з'єднувальна муфта

$D$  – зовнішній діаметр труби;  $\delta$  – товщина стінки;  
 $G$  – довжина нарізі;  $D_m$  – діаметр муфти

## Конструкція нижньої частини обсадної колони



а – схема; б – зовнішній вигляд башмака із зворотним клапаном;  
1 – напрямна пробка;  
2 – башмак; 3 – башмачний патрубок; 4 – зворотний клапан

а

б

# Класифікація свердловин

За призначенням всі свердловини, що буряться з метою геологічного дослідження району, пошуків, розвідки і розробки нафтових і газових родовищ, поділяються на опорні, параметричні, структурні, пошукові, розвідувальні, експлуатаційні і спеціальні.

## Способи буріння свердловин

Руйнувати гірські породи можна механічним, термічним, фізико-хімічним, електроіскровим та іншими способами. Проте в даний час промислове застосування знайшли тільки способи механічного руйнування породи, а інші поки що знаходяться в стадії експериментальної розробки.

Механічне буріння здійснюється такими способами:

- ударним;
- обертальним;
- ударно-обертальним

При обертальному бурінні руйнування породи відбувається в результаті одночасної дії на долото осьового навантаження і крутного моменту. Під дією навантаження долото втискується в породу, а під дією крутного моменту - сколює її.

Існує два способи обертального буріння - роторний і з вибійними двигунами.

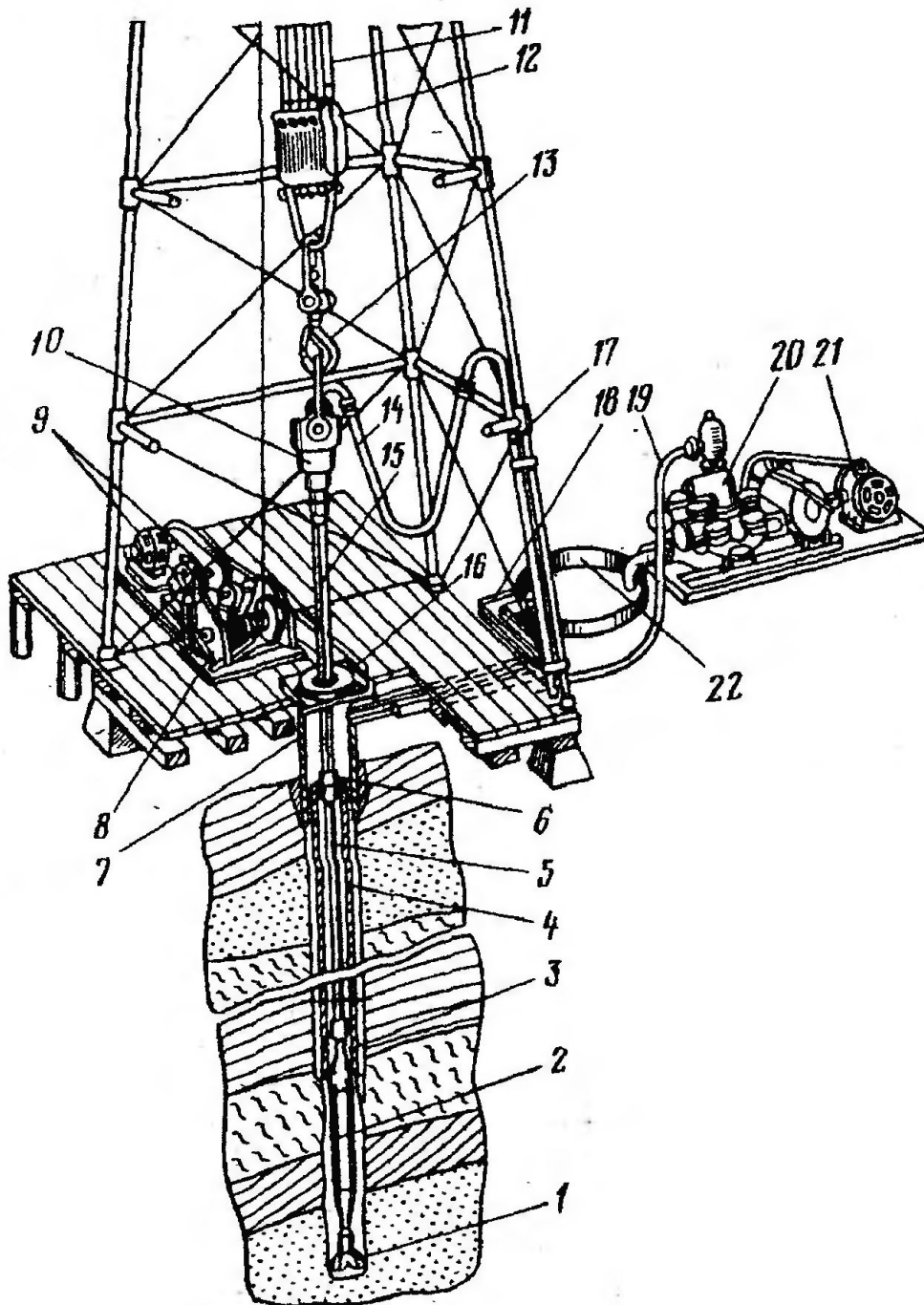
# Схема установки для буріння нафтових і газових свердловин обертовим способом

При роторному бурінні потужність від двигунів 9 передається через лебідку 8 до ротора 16 - спеціального обертального механізму, встановленого над устям свердловини в центрі вишки.

Ротор обертає бурильну колону і нагвинчене на неї долото 1. Бурильна колона складається з ведучої труби 15, спеціального перевідника 6 і бурільних труб 5.

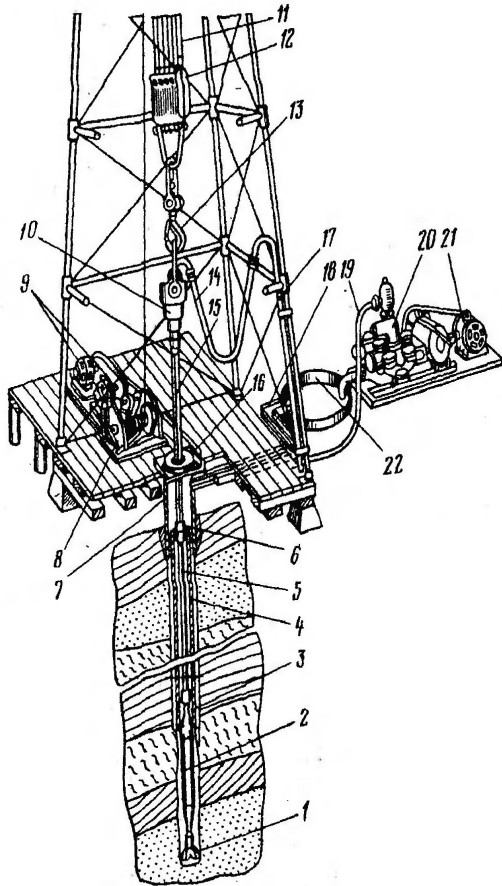
При бурінні з вибійними двигунами долото 1 нагвинчується на вал, а бурильна колона з'єднується з корпусом двигуна 2. При роботі двигуна обертається його вал з долотом, а бурильна колона не обертається.

Характерною особливістю обертального буріння є промивання свердловини водою або спеціальною рідиною впродовж усього періоду роботи долота на вибої.



Для цього два (рідше один або три) насоси 20, що приводяться в дію від двигунів 21, нагнітають промивальну рідину по трубопроводу 19 в стояк-трубу 17, встановлену в правому куті вишки, далі в гнучкий буровий шланг 14, вертлюг 10 і в бурильну колону. Досягнувши долота, промивальна рідина проходить через наявні в ньому отвори і по кільцевому простору між стінкою свердловини і бурильною колоною піднімається на поверхню, захоплюючи з собою частинки розбуреної породи. Тут же в жолобній системі 18 і в очисних механізмах промивальна рідина очищається від вибуреної породи, надходить в прийомні ємності 22 бурових насосів і знову закачується в свердловину.

У міру поглиблення свердловини бурильна колона, підвішена до талевої системи, що складається з кронблока, талевого блока 12, гака 13 і талевого каната 11, подається в свердловину. Коли ведуча труба 15 ввійде в ротор 16 на всю довжину, включають лебідку, піднімають бурильну колону на довжину ведучої труби і підвішують бурильну колону з допомогою елеватора або клинів на столі ротора. Потім відгвинчують ведучу трубу 15 і разом з вертлюгом 10 спускають в обсадну трубу, встановлену в похилу свердловину (шурф), довжина якої дорівнює довжині ведучої труби. Ця свердловина буриться заздалегідь в правому куті основи вишки приблизно на середині віддалі від центра до її ноги. Після цього бурильну колону нарощують шляхом пригвинчування до неї однієї труби, довжиною приблизно 12 м, знімають з елеватора або клинів, спускають у свердловину на довжину нарощеної труби, підвішують з допомогою елеватора або клинів на столі ротора. Із шурфа піднімають ведучу трубу з вертлюгом, пригвинчують її до бурильної колони, звільняють бурильну колону від клинів або елеватора, опускають долото до вибою і продовжують процес буріння.



В даний час застосовують три види вибійних двигунів: турбобури, гвинтові двигуни та електробури.

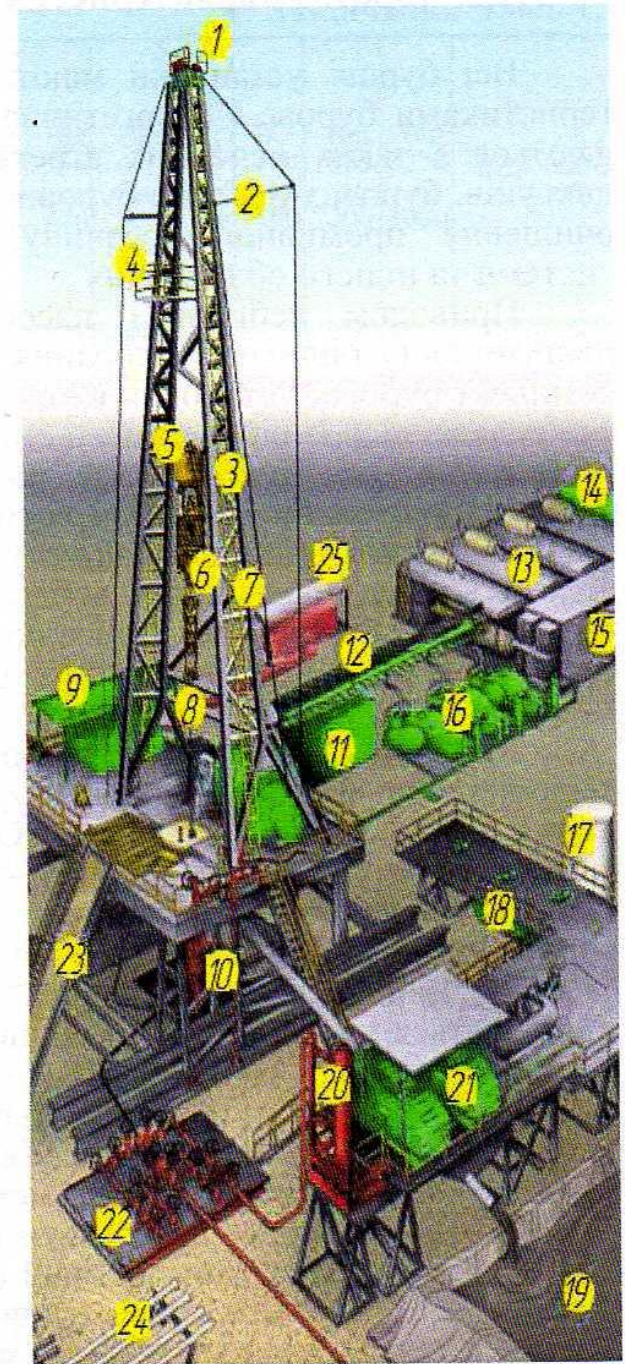
При бурінні з допомогою турбобура або гвинтового двигуна гідравлічна енергія потоку промивальної рідини, що рухається вниз в бурильній колоні, перетворюється в механічну енергію на валу вибійного двигуна, з яким з'єднане долото.

При бурінні з електробуром енергія до його двигуна подається кабелем, секції якого змонтовані всередині бурильної колоні.

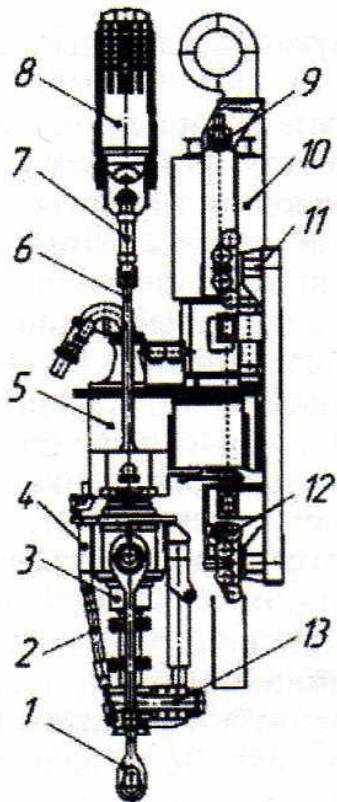


# Бурова установка для глибокого буріння

- 1 – кронолок; 2 – структурна рамка для допоміжних підйомних робіт; 3 – рухома вітка талевого канату; 4 – балкон верхового робітника; 5 – комплекс, який містить талевий блок, амортизатор, гак, штропи, вертлюг, обертач; 6 – система верхнього приводу; 7 – бурова вежа і підйомний комплекс; 8 – бурильні труби; 9 – офісне приміщення; 10 – блок превенторів; 11 – резервуари для води; 12 – кабель живлення електродвигунів; 13 – дизельелектрична станція; 14 – резервуари для палива; 15 – електрощитова; 16 – бурові насоси; 17 – обладнання для приготування бурового розчину; 18 – резервуари бурового розчину; 19 – яма для відходів розчину; 20 – сепаратор газу; 21 – вібросита; 22 – маніфольд; 23 – похилий пандус для перетягування бурильних труб; 24 – горизонтальна опора труб; 25 – система гідрокерування превенторами



# Система верхнього приводу



*а*

*б*

а – схема з двигуном постійного струму; б – загальний вигляд з гідроприводом; 1 – штропи елеватора; 2 – гідроциліндри відведення штропів елеватора; 3 – трубний маніпулятор; 4 – головка вертлюга; 5 – вертлюг-редуктор; 6 – штропи вертлюга-редуктора; 7 – система розвантажування нарізі; 8 – талевий блок; 9 – диско-колодкове гальмо; 10 – електродвигун постійного струму; 11 – рама з роликами (каретка); 12 – блок роликів; 13 – трубний затискувач

# Основні параметри комплектних бурових установок

Для буріння нафтових і газових свердловин глибиною до декількох тисяч метрів у різних кліматичних умовах існують бурові установки різних типів.

Розробка розмірного ряду установок для експлуатаційного і глибокого розвідувального буріння базується на загальних положеннях, класифікації, методиці розрахунку параметрів і уніфікації вузлів бурових установок,

викладених у працях відомого спеціаліста в галузі нафтового машинобудування проф. Бержеця Г. М.

Згідно зі стандартом (ГОСТ 16293-89), комплектні бурові установки для експлуатаційного і глибокого розвідувального буріння на нафту і газ, поділяються на 12 класів і характеризуються основними параметрами поданими в таблиці.

Найменування параметра	Величина параметра для бурових установок класів											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Допустиме навантаження на гаку, кН	800	1000	1250*	1600	2000	2500	3200	4000*	5000*	6300	8000*	10000
2. Умовна глибина буріння, м	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6500	8000	10000	12500	16000
3. Швидкість підйому гака при розходжуванні колони, м/с	від 0,1 до 0,25											
4. Швидкість підйому гака без навантаження, м/с, не менше	1,5									1,3		

5. Розрахункова потужність, що розвивається приводом на вхідному валу підйомного агрегату, кВт**	Від 200 до 240	Від 240 до 360	Від 360 до 440	Від 440 до 550	Від 550 до 670	Від 670 до 900	Від 900 до 1100	Від 1100 до 1500	Від 1500 до 2200	Від 2200 до 3000	Від 3000 до 4000
6. Діаметр отвору в столі ротора, мм, не менше	440	520		700			950		1250		
7. Розрахункова потужність приводу ротора, кВт, не більше	180		300		370		440		550		750
8. Потужність бурового насоса, кВт, не менше**	375	475 *** 375	600 *** 175	750 *5 600		950		1180			
9. Висота основи (відмітка підлоги бурової), м, не менше**	3	5	5,5		6 <sup>*4</sup>		8	9	10	11	

Всі бурові установки мають різне за своїми характеристиками бурове і енергетичне обладнання. Вони складаються з таких основних агрегатів і вузлів: приводних двигунів, бурових насосів, бурової лебідки, ротора, системи очищення промивного розчину, бурової вежі, талевої системи та іншого обладнання.

Приводом лебідки і насосів найчастіше служать двигуни внутрішнього згорання та електродвигуни. У комплект бурової установки входить циркуляційна система, яка складається із вібраційного сита, жолобів, приймальних резервуарів для промивного розчину, вихідних трубопроводів із стояком і рукавом високого тиску. Для спуску і підйому бурильної колони, спуску обсадної колони, подачі долота і ряду допоміжних робіт при згвинчуванні і розгвинчуванні бурильних і обсадних труб служить талева система, яка складається з кронблока, талевого блока, гака і талевого каната.

Для обертання бурильної колони (роторне буріння), періодичного її повертання (буріння вибійними двигунами), її утримання (під час СПО), і утримання обсадної колони при спуску в свердловину - служить ротор.

Промивання свердловини здійснюється насосно-циркуляційним комплексом, що включає 1...3 бурові насоси. Привод лебідки, ротора і насосів в установках здійснюється від спарених чи індивідуальних дизельних або електродвигунів.

Бурова установка - це комплекс машин і механізмів, основна частина яких змонтована на металевих основах, що дозволяє перевозити їх з однієї точки на іншу в зібраному стані із змонтованим буровим і енергетичним обладнанням. Установка комплектується металевим каркасом для обшивки щитами з дощок або іншого матеріалу чи укриття прогумованою тканиною, з метою захисту устаткування і членів бурової бригади від вітру та атмосферних опадів. Загалом, бурові машини, механізми і споруди представляють досить складний комплекс обладнання.

№	Технологічний процес, операція	Задіяне устаткування
1	Руйнування гірської породи на вибої	Підйомний комплекс, ротор, регулятор подачі долота, буровий насос, вертлюг, бурильна колона, породоруйнівний інструмент
2	Обертання бурильної колони та/або долота	Ротор, вертлюг (при роторному способі буріння) Вибійний двигун (при бурінні вибійними двигунами)
3	Видалення гірської породи з свердловини	Буровий насос, маніфольд, наземна циркуляційна система, компресор
4	Кріплення стовбура свердловини	Спуско-підйомний комплекс
5	Заміна долота, нарощування бурильної колони, підйом керна	Спуско-підйомний комплекс
6	Енергозабезпечення	Головний та допоміжний привод
7	Керування	Система керування
8	Забезпечення монтажно-транспортної бази	Бурові споруди

# Породоруйнівний інструмент

## Призначення та класифікація породоруйнівного інструменту

Долото - буровий інструмент для механічного руйнування гірських порід на вибої свердловини в процесі її проходки.

За характером дії на породу долота можна класифікувати на:

Різально-сколювальні - лопатеві долота, призначені для розбурювання в'язких і пластичних порід невеликої твердості (в'язких глин, маломіцних глинистих сланців і ін.) і низької абразивності.

Сколювальні - шарошкові долота, призначені для розбурювання неабразивних і абразивних порід середньої твердості, твердих, міцних і дуже міцних.

Різально-стиральні - долота з алмазними і твердосплавними породоруйнівними вставками. Вони призначені для буріння в породах середньої твердості, а також в породах з перемежуванням високопластичних малов'язких порід з породами середньої твердості і навіть - у низько-абразивних твердих породах.

За призначенням бурові долота поділяються на три види:

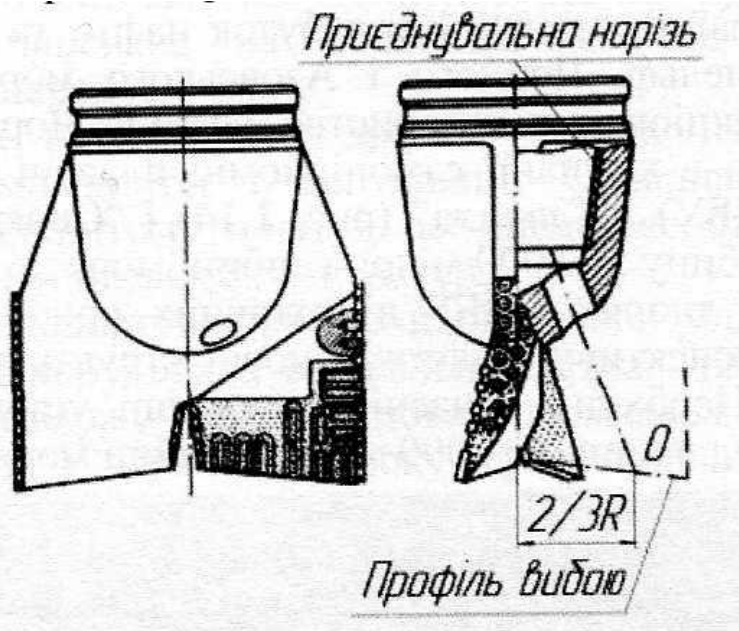
- долота, які руйнують породу суцільним вибоєм;
- бурильні головки, які руйнують породу кільцевим вибоєм;
- долота спеціального призначення.

Долота для буріння суцільним вибоєм призначені для поглиблення свердловини.

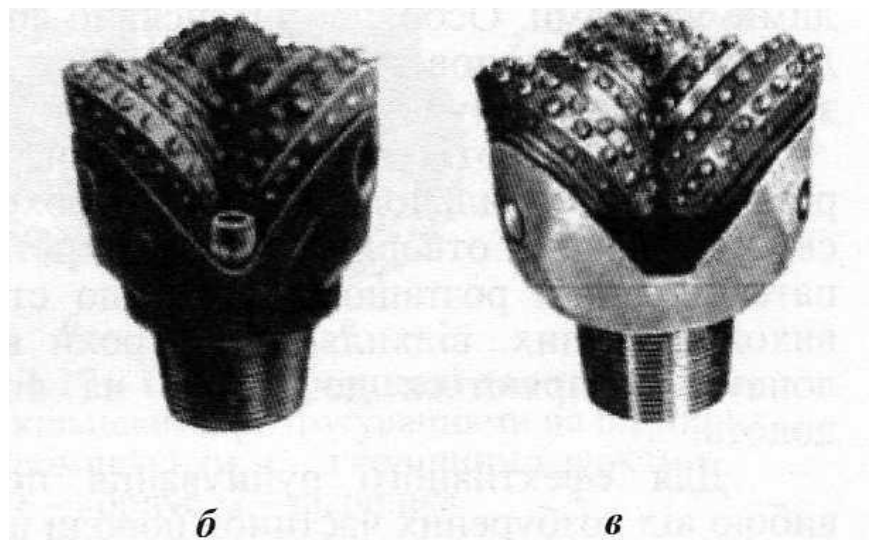
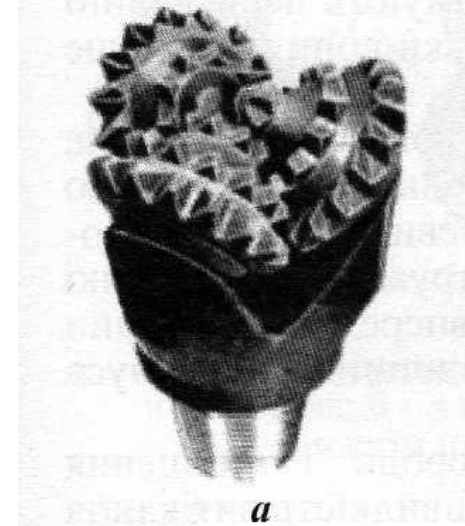
Бурильні головки призначені для буріння з відбором керна при геологорозвідувальних роботах.

Долота спеціального призначення використовують для різних нестандартних умов роботи в пробуреній свердловині - калібрування стовбура свердловини, зміцнення стінок свердловини в нестійких ділянках стовбура, а в обсадній колоні - розбурювання цементного каменя.

## Дволопатеве долото



## Тришарошкові долота



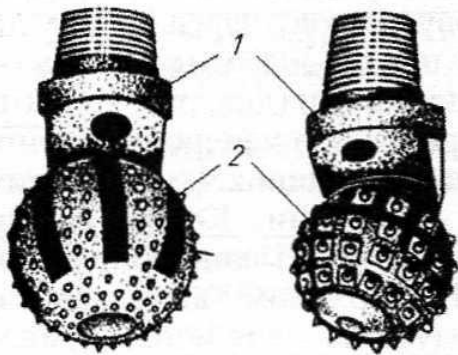
а – для порід середньої твердості з клиноподіюними фрезерованими зубками; б – для твердих абразивних порід при продуванні свердловини повітрям (тип ТЗП) із запресованими в тіло шарошок твердосплавними зубками з клиноподібною породоруйнівною поверхнею; в – для міцних порід (типу К) із запресованими в тіло шарошок твердосплавними зубками з кулястою породоруйнівною поверхнею



## Одношарошкові долота:

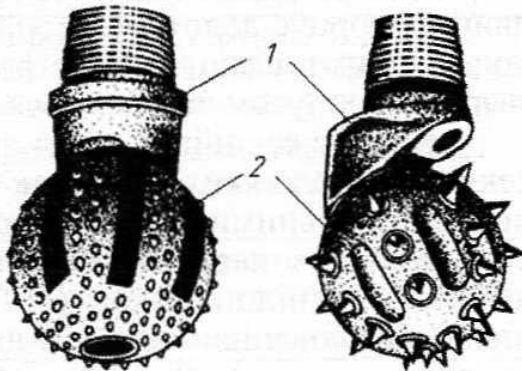
а – серійне; б – з кільцевими розточуваннями на шарошці; в – з нижнім промиванням; г – з кінчними зубками;

1 – корпус; 2 – шарошка



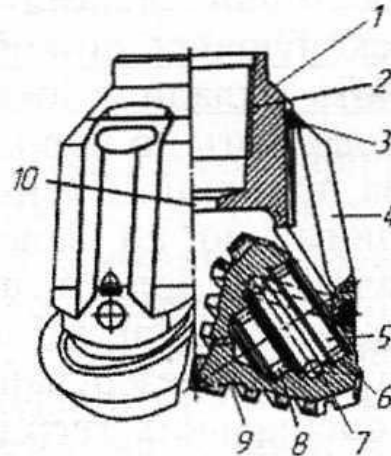
а

б

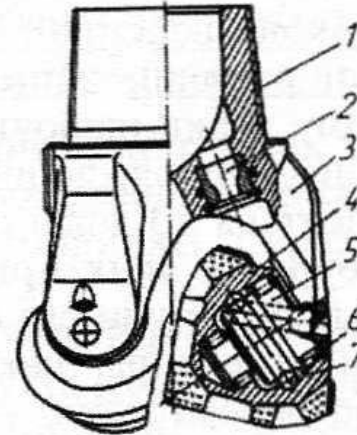


в

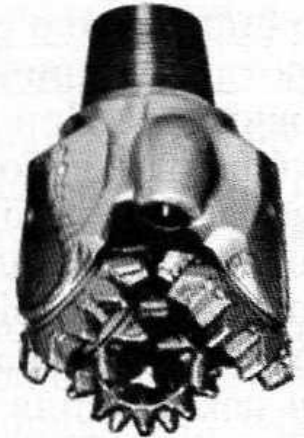
г



а



б



в

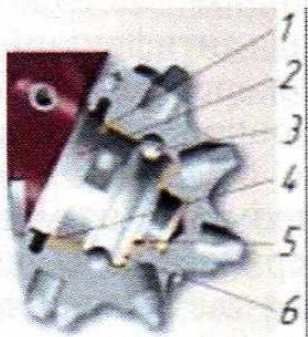
## Корпусне і секційне тришарошкові долота:

а – схема корпусного долота: 1 – литий корпус; 2 – муфтова приєднувальна нарізь; 3 – зварний шов; 4 – вставні лапи; 5 – цапфа; 6,7,8 – підшипники; 9 – шарошка; 10 – центральний промивний отвір; б – схема секційного долота: 1 – приєднувальна нарізь; 2 – промивна насадка; 3 – секція; 4 – шарошка; 5 – цапфа; 6 – роликовий підшипник; 7 – кульковий підшипник; в – загальний вигляд секційного долота

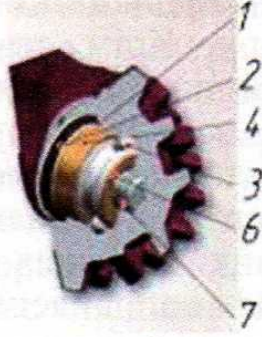
# Типи тришарошкових доліт і їх призначення

Тип долота	Гірські породи, для розбурювання яких призначені долота
М	Найм'якші, незцементовані, пластичні (наноси, м'які і в'язкі глини, сланці, м'які вапняки)
МЗ	М'які, слабозцементовані абразивні (піщаники, мергелі)
МС	М'які, неабразивні з прошарками порід середньої твердості (крейда з прошарками слабозцементованих піщаників, кам'яна сіль з прошарками ангідритів, глинисті сланці)
МСЗ	М'які, слабозцементовані абразивні з прошарками порід середньої твердості (піщано-глинисті сланці, щільні глини з прошарками піщаників)
С	Пластичні і крихко-пластичні неабразивні породи середньої твердості (щільні глини, глинисті сланці, вапняки середньої твердості)
СЗ	Абразивні середньої твердості (піщаники, піскуваті сланці)
СТ	Крихко-пластичні середньої твердості з прошарками твердих порід (піщаники з прошарками гіпсу, вапняки з прошарками гіпсу, ангідрити)
Т	Тверді, неабразивні (тверді вапняки, доломіти, доломітні вапняки)
ТЗ	Тверді абразивні (кварцові вапняки і доломіти)
ТК	Тверді з прошарками міцних (тверді вапняки з прошарками дрібнокристалічних вапняків і доломітів)
ТКЗ	Абразивні тверді з прошарками міцних (кремнієві аргіліти, тверді вапняки і доломіти, дрібнозернисті дуже зцементовані піщаники)
К	Міцні (кремнієві дрібнокристалічні вапняки, доломіти, кварцити)
ОК	Дуже міцні (граніти, кварцити, діабази)

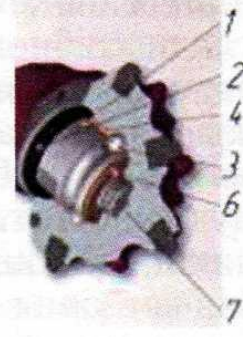
# Опори тришарошкових доліт



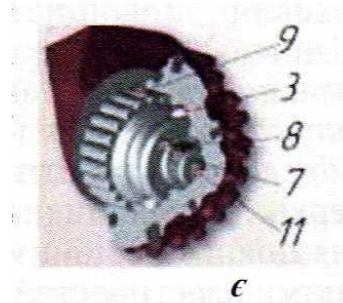
а



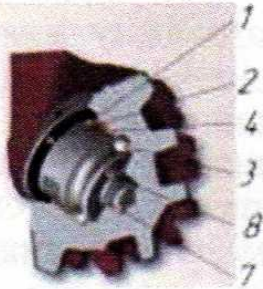
б



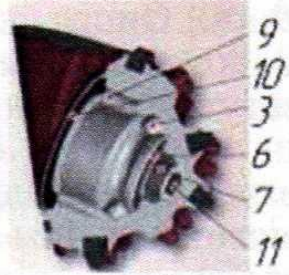
в



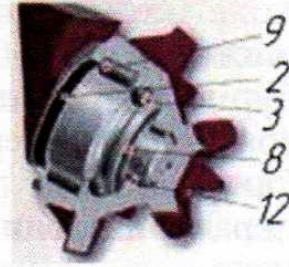
г



д



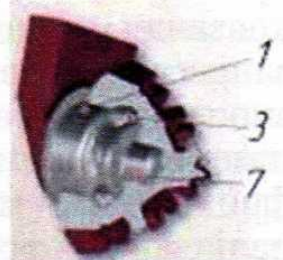
е



ж

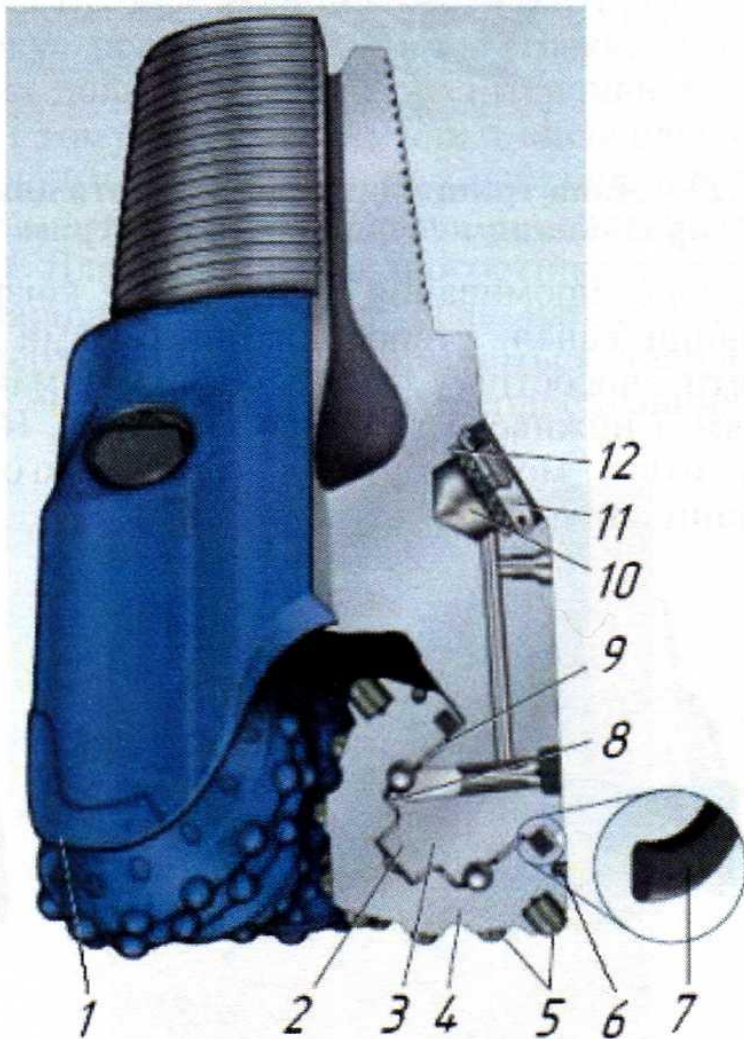


з



и

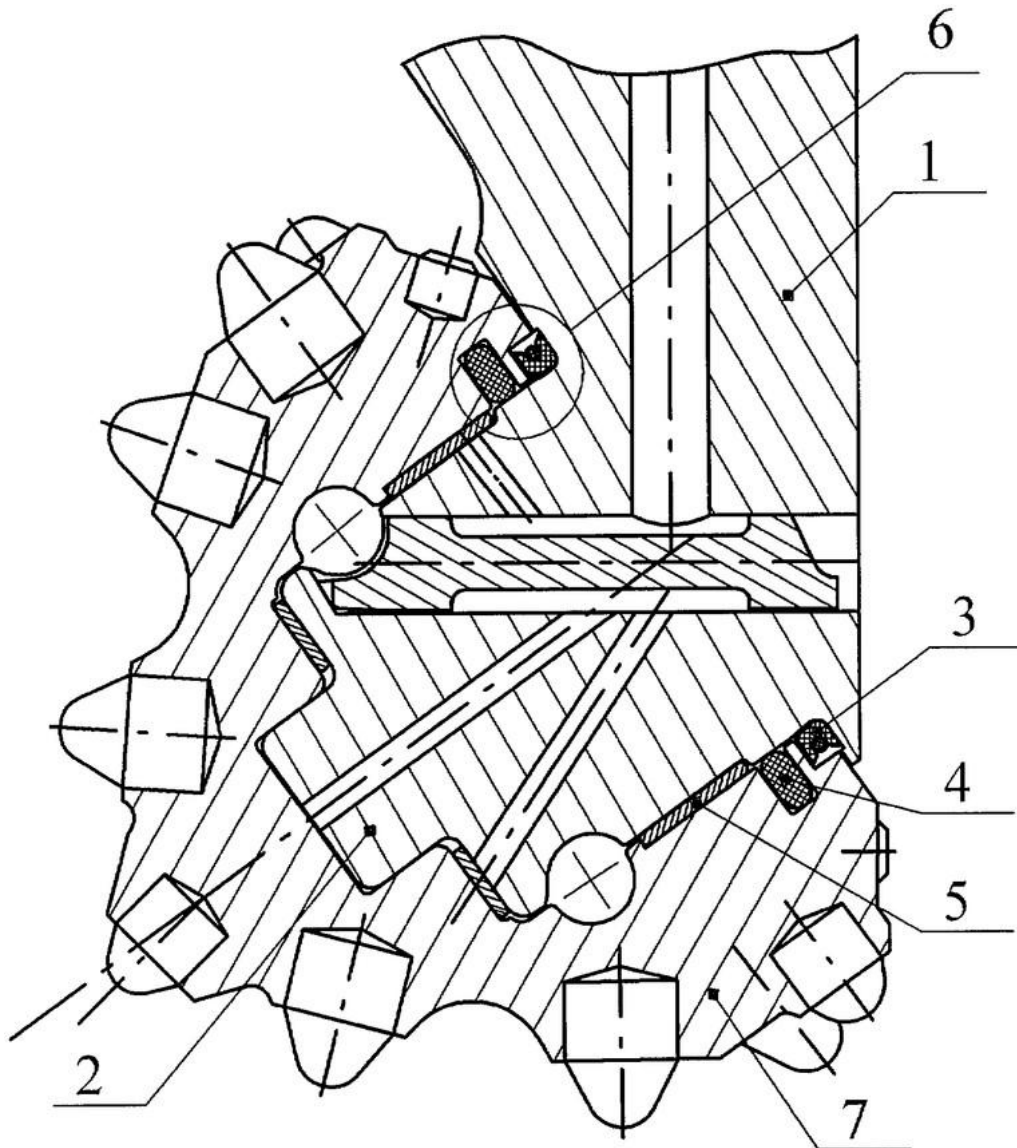
1 – великий радіальний підшипник ковзання; 2 – еластомірне ущільнення; 3 – кульковий підшипник кочення; 4 – плаваюча розрізна втулка з берилової бронзи; 5 – малий радіальний підшипник ковзання з плаваючим ковпачком; 6 – торцевий підшипник ковзання з упорною шайбою з берилової бронзи з срібним покриттям; 7 – малий радіальний підшипник ковзання; 8 – торцевий підшипник ковзання; 9 – роликовий підшипник кочення; 10 – торцеве ущільнення; 11 – торцевий підшипник ковзання (упорна п'ята); 12 – малий роликовий підшипник кочення



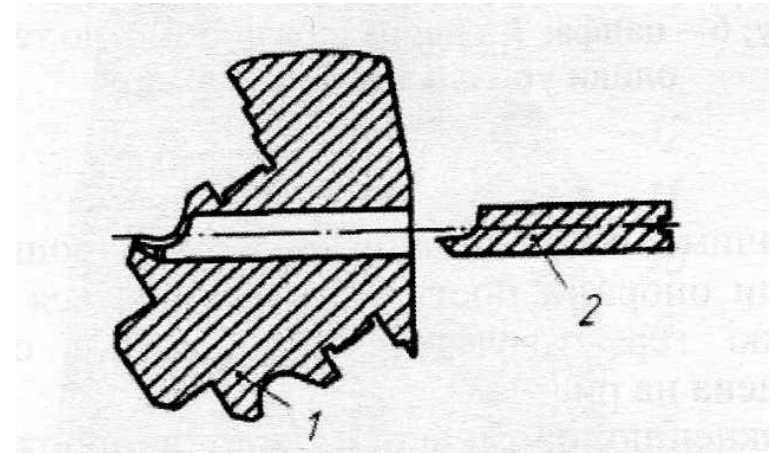
## Схема тришарошкового долота з герметизованою опорою

1 – твердосплавний захист калібру; 2 – фрикційна цапфа;  
 3 – опора; 4 – шарошка; 5 – вставки з карбіду вольфраму;  
 6 – калібрувальний вінець; 7 – радіальний сальник з еластоміром;  
 8 – опорна поверхня; 9 – берилій-мідна плаваюча втулка  
 з срібним покриттям; 10 – камера для мастила; 11 – кришка  
 камери для мастила; 12 – діафрагма

## Елементи тришарошкових доліт

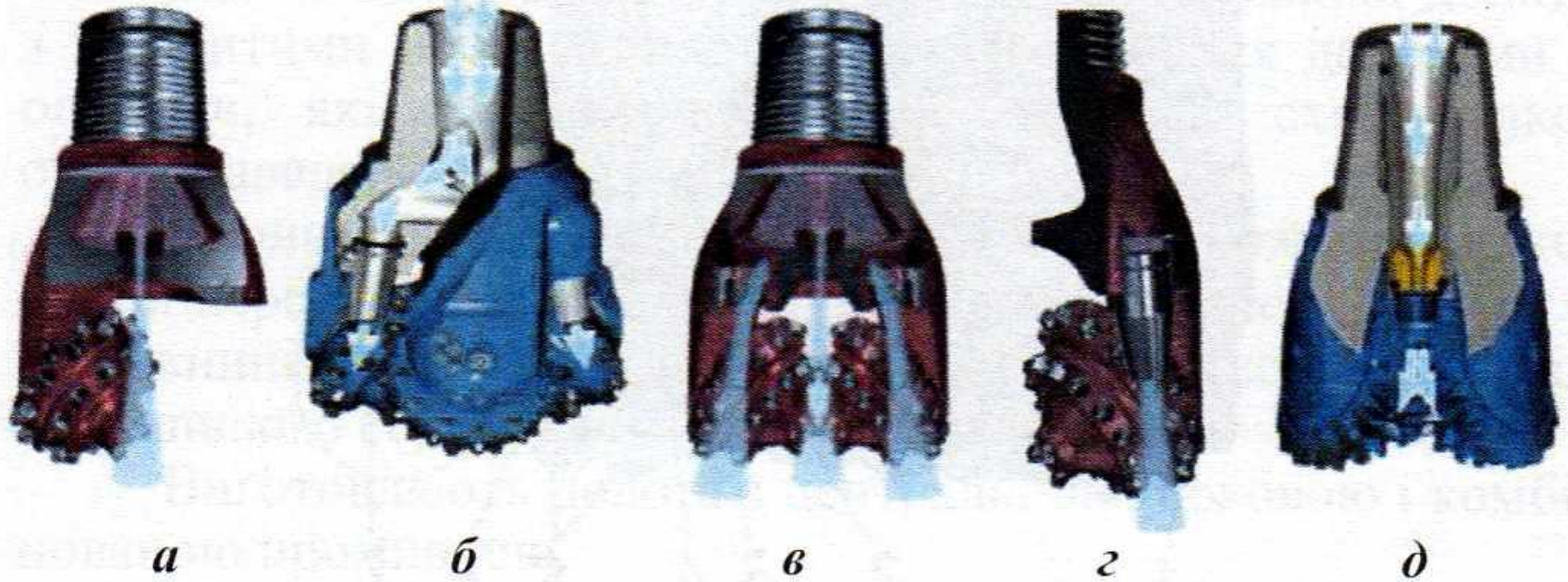


- 1 – лапа долота;
- 2 – цапфа лапи;
- 3 – перше ущільнення,
- 4 – друге ущільнення;
- 5 – наплавлена робоча поверхня великого (головного) підшипника ковзання,
- 6 – вузол спареного ущільнення;
- 7 – шарошка



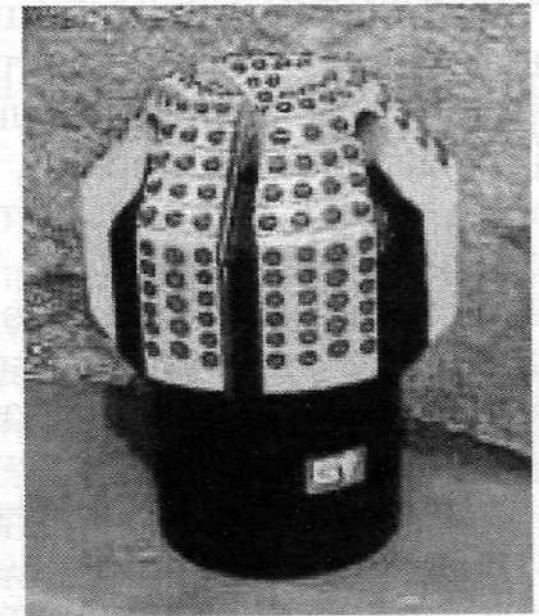
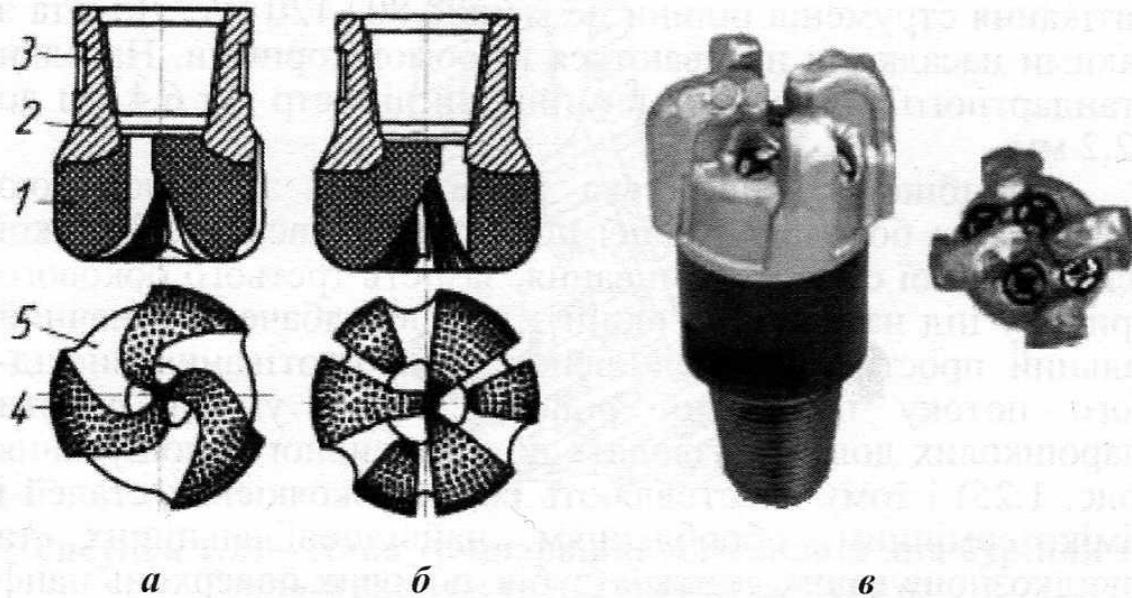
- 1 – лапа долота;
- 2 – палець

## Схеми промивок



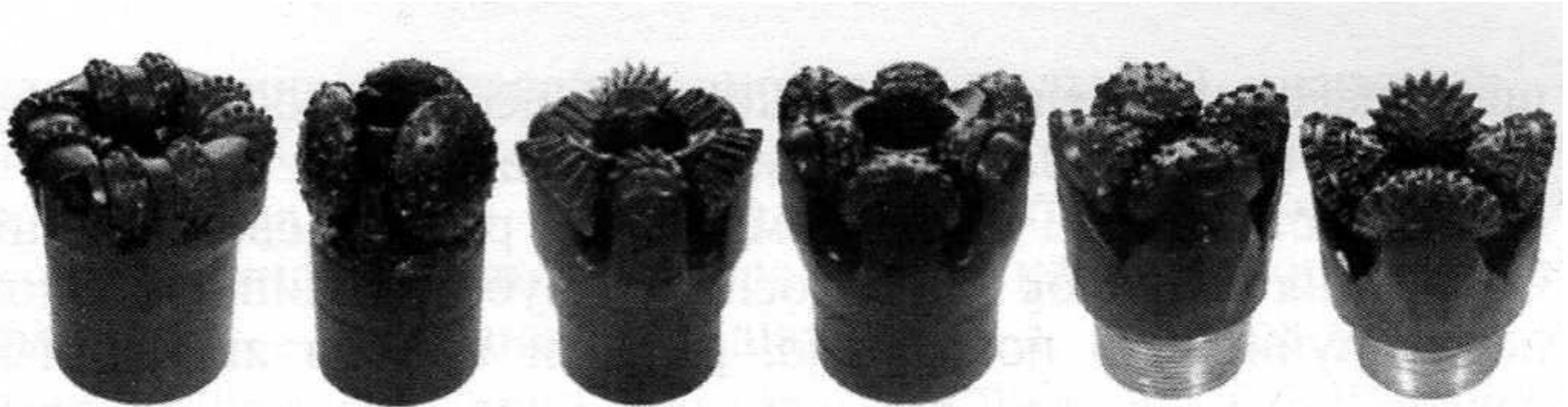
а – центральна; б – бокова; в – комбінована; г – бокова з видовженою насадкою; д – центральна з наближеною насадкою до шарошок

# Алмазні долота для буріння суцільним вибоєм та долото армоване твердим сплавом



а – спіральне; б – радіальне; в – загальний вигляд долота з озброєнням алмазними полікристалічними пластинами  
1 – алмазна головка; 2 – корпус; 3 – нарізь; 4 – контактний сектор; 5 – канал для спрямування рідини;

# Шарошкові бурові головки



*a*

*б*

*в*

*г*

*д*

*е*

а – тип МСЗ серії К; б – тип СЗ серії К; в – тип СТ серії К; г – тип ТКЗ серії К; д – тип ТКЗ серії КС; е – тип СТ серії КС

інструмент для відбору керна

К - з незнімним керноприймачем

КС - зі знімним керноприймачем

Х Х/Х Х тип бурильної головки:

МСЗ - для м'яких малоабразивних порід

СЗ - для абразивних порід середньої твердості

СТ - для порід середньої твердості з прошарками твердих

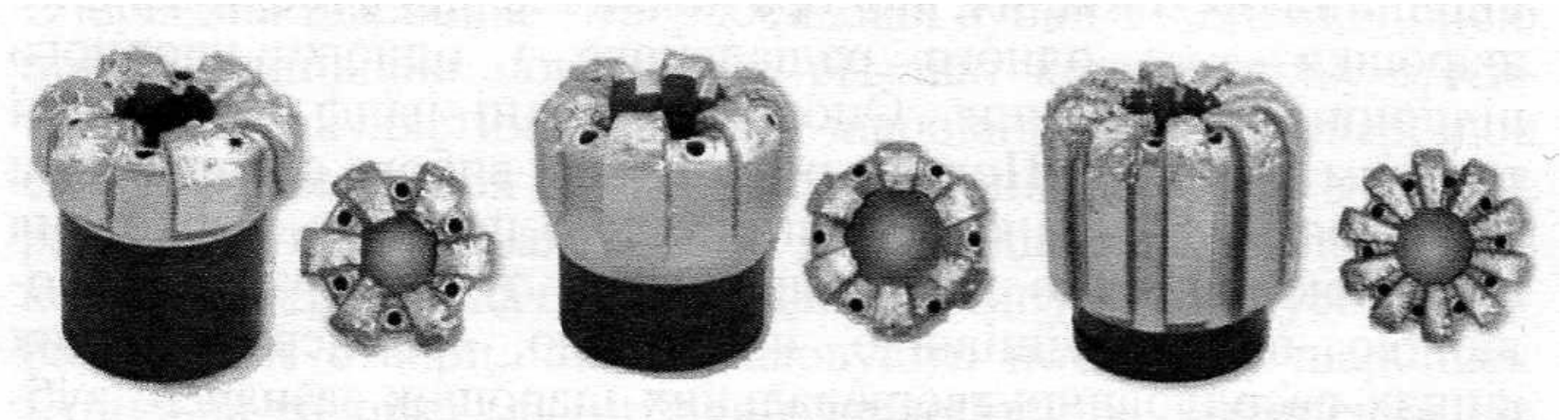
ТКЗ - для твердих абразивних порід з прошарками міцних

внутрішній діаметр (діаметр керна), мм

зовнішній діаметр, мм



## Бурильні головки з матричним корпусом (головки PDC)



Алмазні коронки з різним типом матриці за складом і конструкцією

