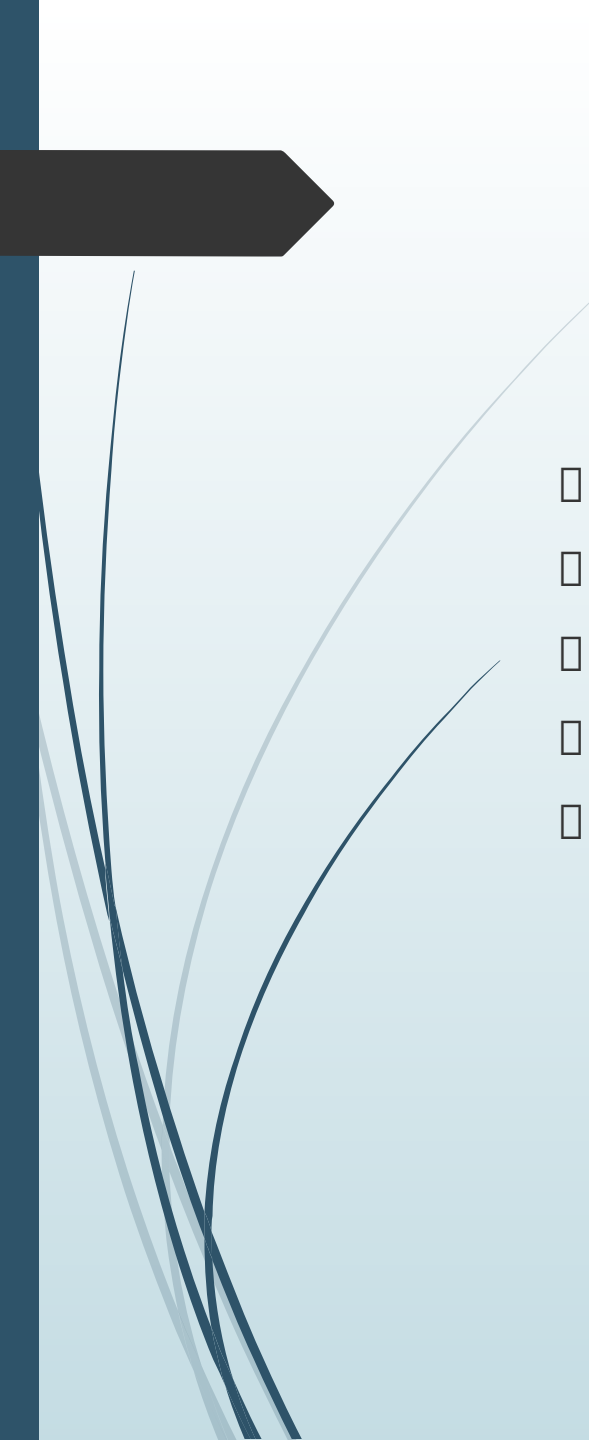


# Мұнай және газ өндіру технологиясы мен техникасы

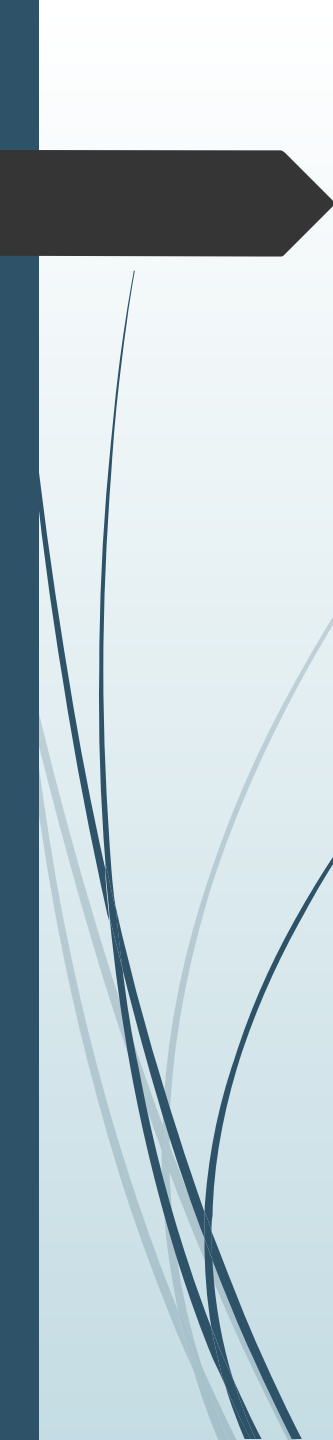
Дәріс 1. **Мұнай-газ ісі туралы жалпы түсінік**

Автор: аға оқытушы Асанова Жанар Мажитовна

- 
- Дәріс жоспары:
  - 1. Кіріспе
  - 2. Негізгі ұғымдар мен терминдер
  - 3. Ұңғыма конструкциясы мен түрлері
  - 4. Бұрғылау кешені

- Мұнай-газ кен орнын бұрғылау және мұнай мен газ қорларын өндіру, яғни жер қойнауынан көмірсутектерді және олармен серіктес пайдалы қазбаларды алу жұмыстары жылдан жылға артып келеді.
- Мұнайдың дәлелденген әлемдік қоры 143,4 млрд тоннаны құраса, Қазақстандағы мұнай мен газ конденсатының қоры 13 млрд тонна, табиғи газдың қоры 1,8 трлн м<sup>3</sup> деңгейінде бағаланып отыр. Қазақстанда 2010 жылы мұнай мен газ конденсаты 79,2 млн. тонна өндірілсе, 2015 жылы 95,0 млн.тонна өндірілді.
- Қазақстанның мұнай-газ кен орындары негізінен Ақтөбе, Атырау, Батыс Қазақстан, Қарағанды, Қызылорда және Маңғыстау облыстарында орналасқан. Жер қыртыстары кайнозой(2-67 млн жыл бұрын), мезозой(137-240 млн жыл), палеозой (285-570 млн жыл бұрын), протерозой(1600-2600 млн жыл) және архей(2600 млн жылдан жоғары) дәуірлеріне бөлінеді.
- Мұнай-газ ісінде кен орындарын игеру тарихын бірнеше сатыларға бөлуге болады.
- Бірінші саты 1894ж. орыс геологы А.Н. Коншин қалдық мұнайды мұнай өндірудің табиғи төмендеу қисығы бойынша анықтауға болады деген ұсынысынан бастау алады. Жалпы өндірілген мұнайды оның қорына бөле отырып мұнайбергіштік коэффициентін анықтайды. Бұл әдістің кемшілігі – жер қыртысы қасиеттерінің ескерілмеуінде.
- 1918-1924ж.ж. аралығында С.Ч. Черноцкийдің және В.Котлярдың (АҚШ) еңбектері жарық көрді, мұнда ұңғы саны және олардың арасындағы арақашықтықтың кенішті игеру процесіне әсері туралы мәселелер қарастырылған.
- Бірінші саты негізінен жер қыртысының мұнай бергіштігіне ұңғылар арасындағы қашықтықтың әсері туралы мәселелерді талқылаумен сипатталады. Мұнай-газ кен орындарын игерудің екінші сатысына 1929-1938ж.ж. аралығы жатады, бұл жылдары мұнай кеніштерінің режимдері туралы білім дамып және жекелеген кен орындарында ұңғылардың орналасу мәселелері зерттелді.

- 1930 жылдары академик И.М. Губкиннің жетекшілігімен комиссия құрылып, оның қорытындысы бойынша қабат энергиясының негізгі көзі – бұл өнімді жер қыртысына қанаттас жатқан шеткі сулар деген тұжырым жасады.
- С. Гарольдтың (АҚШ) теориясы бойынша жер қыртысы энергиясының негізгі көзі акклюдирленген газ (яғни, мұнай массасындағы газ көбіктері) болып табылады – деген тұжырым айтылады. Теорияның одан әрі дамуында ұңғылар торының тығыздық дәрежесінің мәселелері қарастырылады.
- Үшінші саты 1939-1948 ж.ж. аралығына жатады, бұл жылдары кен орнының игеру жағдайын дамыту барысында жерасты гидромеханикасының негізін қолдана бастады. Бұл өз кезегінде жер қыртысындағы өтіп жатқан көптеген құбылыстардың заңдылығын түсініп-білуге, соның нәтижесінде игеру мерзімін қысқартуға, өндіру көлемін және мұнай бергіштік коэффициентін ұлғайтуға, сондай-ақ экономикалық тиімділікті арттыруға мүмкіндік берді.
- Төртінші саты игерудің (1949ж. бастап) жаңа жүйесінің пайда болуымен сипатталады, оның ерекшелігі – нұсқа сыртынан және нұсқа ішінен бір мезгілде су айдау болып табылады. Ірі кен орындарын игерудің басынан бастап жер қыртысының қысымын ұстау жолымен игеру – экономикалық көрсеткіштердің елеулі өзгерісін тудырды.
- Бесінші саты 50 жылдардың аяғы және 60 жылдардың басында жаңаша көзқарас пайда болды, яғни тек қана су айдау жолымен, әсіресе тұтқырлығы жоғары және жоғары парафинді мұнайларды игеру кезінде жер қойнауынан максималды мұнай алу мәселесін толық шеше алмайтынымыз белгілі болды.
- Қабатты іштен жандыру және жер қыртысына жылутасығыштарды айдаумен байланысты жылулық әдістеріне іргелі зерттеулер жүргізіліп және инженерлік шешімдер алынды. Осы жылдары барлық әлемде жер қойнауынан мұнайды шығарудың физикалық-химиялық әдістерінің дамуына, әсіресе – мұнайды көмірсутектердің ерітіндісімен, көміртегінің қос тотығымен (CO<sub>2</sub>), полимерлі және мицелярлы-полимерлі ерітінділермен, беттік белсенді заттармен (ББЗ) әсер ету әдістерінің дамуына жол ашты. Қазақстан мұнайының барланған қорының көпшілігі Атырау, Маңғыстау, Батыс Қазақстан, Ақтөбе және Қызылорда облыстарында, газдың барланған қорының шоғырланған жері Атырау, Батыс Қазақстан және Маңғыстау облыстары.

- 
- Мұнай кен орны деп бір-бірінің үстінде немесе әр түрлі орналасқан, бір-бірінен бөліп тұратын бос кейде суға қаныққан жыныстардан тұратын бір немесе бірнеше кеніштер жиынтығын айтады. Оларды бірге немесе жекеше пайдалануға болады. Әр кенішті өз алдына объект қылып қарастыруға болады. Кеніш құрамында бірнеше өз алдына объектілер болуы мүмкін.
  - Мұнай кеніші, ол жер қыртысындағы кей облысында геохимия әсерінен болған сұйық көмірсутектердің жиынтығы. Көбіне мұнай кеніші су қабатымен байланысты болады. Бұл байланыстың негізгі екі түрі болады. Егер су мұнай кенішінің астында, оның бойымен созылып жатқан болса, онда ондай суды астарлы су деп атайды. Егер сумен байланыс мұнай кенішінен төмен, бірақ оның қанаттарын астарлап жатса, ондай суды контурлы су деп атайды. Мұнай және су аралығындағы шекараның орналасу дәрежесін мұнай-су қатынас жағдайы анықтайды.
  - Кенішті пайдалану кезінде бірқатар кедергілер болады, олар: су, мұнай кенішінен жоғары немесе төмен орналасқан сулар, сонымен бірге сол мұнай қабатындағы қабат аралық сулар (аралық сулар).
  - Мұнай кеніштері пайда болғанда, газбен толтырылған кеңістіктер, газды шапкалар болады. Бұл аудандардың көлемі әртүрлі: үлкен көлемді-шексіз немесе шектелген болады. Кеніштердің үлкенді-кішілігіне байланысты оларды игеру техникасы мен технологиялары қолданылады.

# Негізгі ұғымдар мен терминдер:

- **Ұңғыма**-диаметрі оның тереңдігінен әлдеқайда аз, горизонтқа кез-келген бұрышта адамның кенжарға қол жеткізбестен жер бетінен немесе жер асты қазбасынан бұрғыланған дөңгелек қималы тау-кен өндірісі.
- **Алеврит**-шөгінді борпылдақ жыныстар немесе мөлшері 0,01-ден 0,1 мм-ге дейінгі дәндерден тұратын қазіргі жауын-шашын.
- **Алмазды құрал**-бұрғылау қашаулары және басқа да құрал-саймандар, олардың кесу жиектері техникалық алмаздармен қаттылығын арттыру үшін нығайтылған.
- **Баррель**-мұнай мен мұнай өнімдерін өндіру өлшемі. 1 баррель = 42 американдық галлон = 159 литр; 7,3 баррель = 1 тонна мұнай; 6,29 баррель = 1 м<sup>3</sup>.
- **Баржа**-құбырларды су астында төсеу немесе мұнай мен мұнай өнімдерін қысқа қашықтыққа тасымалдау кезінде бұрғылау жабдығы үшін база ретінде пайдаланылатын өздігінен қозғалмайтын кеме.
- **Башмак** - бұл қысқа, қалың қабырғалы, болат құбыр, ұзындығы шамамен 0,5 м, жоғарғы бөлігінде корпус құбырларының бағанының негізіне бекіту үшін винтті бұрандасы бар. Табанның төменгі ұшында құлыптар мен қашаулардың муфталарын ұңғыманың ортасына бағыттау үшін ішкі құлама болады. Сыртқы скос тиянақ арналған ілінісуді жою бүйірінде тиянақ үшін түйіспелер шегендеу құбырларын сабақтас бағаналардың және кемшіліктерін тіреулерін ұңғымалар.



□ **Тұтқырлық**-сұйықтықтың белгілі бір температурада ағу қабілеті.

□ **Газконденсат**-табиғи газбен біріккенде кездесетін сұйық көмірсутектер

□ **Мұнай және газ кен орны**-бұл "тұзақ"деп аталатын, тау жыныстарының белгілі бір көлемін толтыратын мұнай мен газдың бірыңғай жиналуы.

□ **Ұңғыма кенжары** - бұрғылау немесе пайдалану кезінде ұңғыманың ең төменгі бөлігі.

□ **Тұзақ**-өткізгіштіктің өзгеруі мұнай мен газдың жиналуына және сақталуына ықпал ететін тау жыныстарының көлемі.

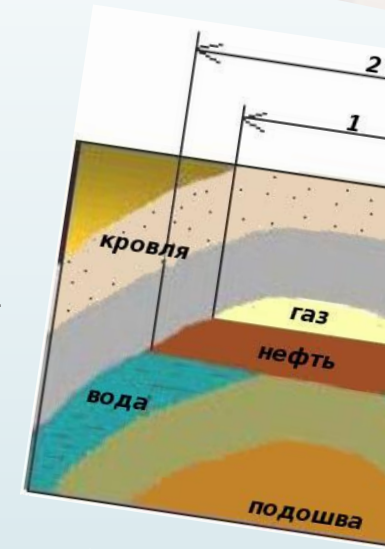
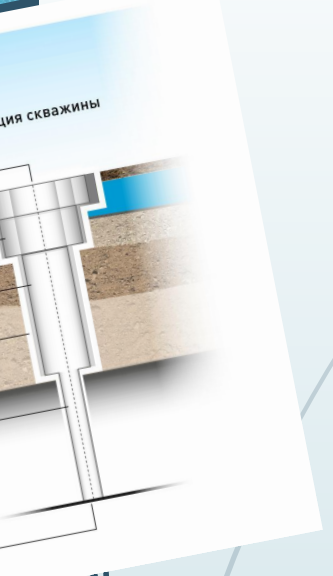
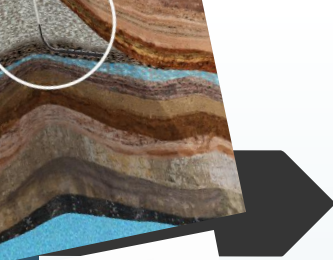
□ **Ұңғыманың (шахтаның, шурфтың және басқа тау-кен қазбаларының) сағасы**-осы қазбалардың жер бетінде басталуы. Ұңғыманың сағасы тиісті шегендеу құбырларымен бекітіледі және ұңғымаларды бұрғылау немесе пайдалану кезінде қажетті құрылғылармен (превентор, ысырмалар және т.б.) жабдықталады.

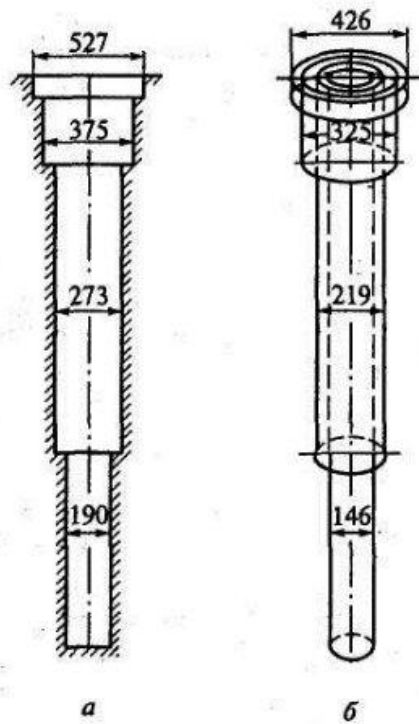
□ **Мұнай қабаты**-бұл үлкен беті бар капиллярлық каналдар мен жарықтардың жиналуы бар таулы шөгінді тау жынысы. Бұл тау жынысы сумен, мұнаймен және газбен қаныққан.

□ **Коллектор**-бұл мұнай, газ және суды ұстап, оларды игеру кезінде бере алатын тау жыныстары.

□ **Ұңғыма дебиті (фр. debit-өткізу, тұтыну)** - белгілі бір табиғи немесе жасанды көзден уақыт бірлігіне тұрақты келетін сұйықтықтың (судың, мұнайдың) немесе газдың көлемі.

□ [http://rmebrk.kz/assets/media/ebook/kaz\\_kartabai\\_final/data/gloss.html](http://rmebrk.kz/assets/media/ebook/kaz_kartabai_final/data/gloss.html)





а — профиль; б — сағадағы бағананың концентрлік орналасуы; в — ұңғыма құрылымының графикалық суреті; г — ұңғыма конструкциясының жұмысшы сұлбасы .

- Ұңғыма конструкциясында келесі типті шегендеу бағаналары пайдаланылады:
- - бағыт – тұрақты емес шөгінділерден тұратын жоғарғы интервалды бекіту үшін. Ұңғыма сағасын шаюдың алдын алу үшін арналған;
- - кондуктор – лақтырымға қарсы қондырғының сағасында ластанулардан су жиектерін изоляциялау үшін қиманың жоғарғы тұрақсыз интервалдарын бекіту, сонымен қатар келесі шегендеу бағаналарын ілу үшін;
- - аралық шегендеу бағанасы – төменде жатқандармен бұрғылау шарты бойынша сәйкес келмейтін геологиялық қиманың жоғарғы аймағын изоляциялау және бекіту үшін. Келесі интервалды бұрғылау үшін ұңғымада апаттар мен қиындықтардың алдын алу үшін қолданылады. Жағымды шарттарда аралық бағана пайдалану бағана ретінде пайдаланыла алады;
- - пайдалану бағана – өнімділік жиекті бекіту және ұңғыманың басқа геологиялық қималарының жиектерінен изоляциялау үшін қолданылады. Кез-келген белгілі әдіспен мұнай мен газды бетке шығаруға арналған.
- Аралық шегендеу бағаналары келесідей бола алады: жазық, демек, алдыңғы интервалдың бекітілуіне байланыссыз ұңғыманың түбінен сағасына дейін барлық оқпанды бекітетін; хвостовиктер — 100м-ден кем емес алдыңғы шегендеу бағанасының ұңғымасының тек қана отырғызылмаған интервалын бекіту үшін; летучкалар — алдыңғы немесе келесі шегендеу бағаналарымен байланысы бар қиындықтарды жою үшін қызмет ететін арнайы аралық шегендеу бағаналары. Летучкалар ұңғыма сағасына дейін өсірілмейді.
- Аралық бағана хвостовик ұңғыма сағасына дейін өсіріледі немесе жағымды жағдайларда пайдалану бағана ретінде қызмет етеді. Соңғы аралық бағананың тозуы айтарлықтай болмағанда, эксплуатациялық бағана хвостовик түрінде түсіріле алады.
- Ұңғыма конструкциясына кіретін бағана санын есептегенде бағыты және кондуктор ескерілмейді. Пайдалану және бір аралық бағанадан тұратын ұңғыма конструкциясын екібағаналы деп атайды, ал пайдалану және екі аралықтан тұрса үшбағаналы деп аталады.



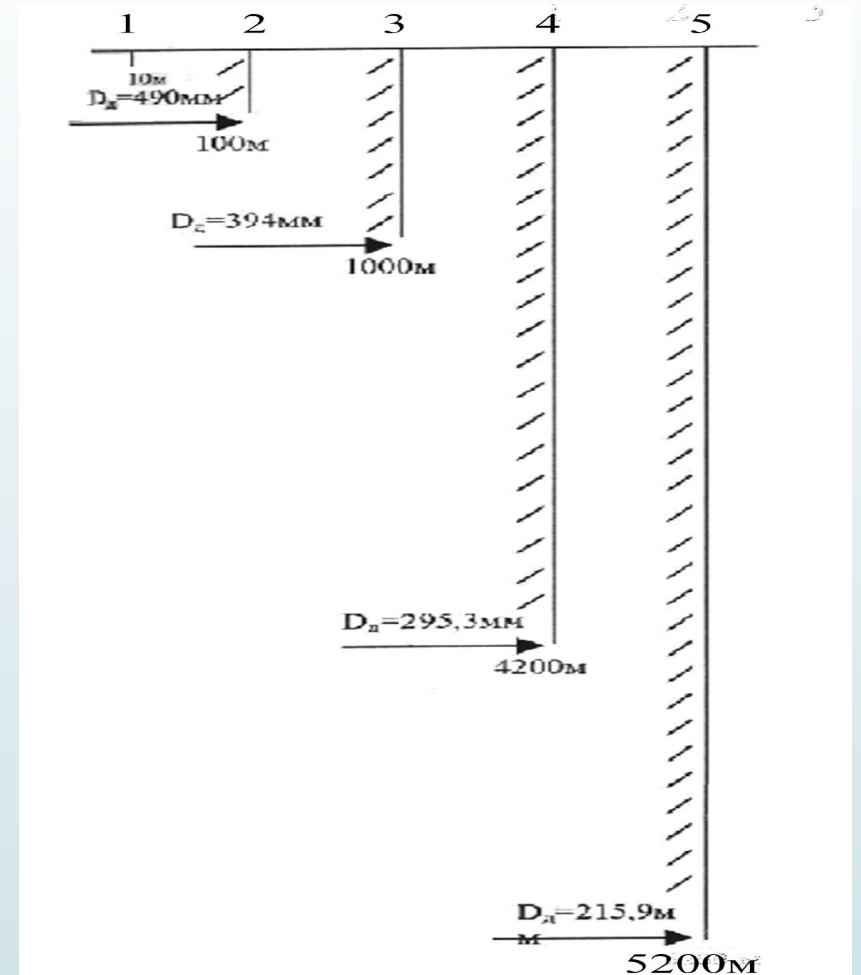
## □ **Ұңғыма түрлері.**

- Регионалдық зерттеу, іздеу, мұнай кенорындарын өңдеу және барлау ұңғымалары келесі категорияларға бөлінеді: а) тіректік; б) параметрлік; в) іздестіру; г) барлау; д) пайдалану.
- **Тіректік ұңғымалар** зерттелген ірі региондардың тереңдікті құрылысының негізгі пішінін меңгеру, шөгінділердің территориалдық және стратиграфиялық бөліну заңдылығын анықтау үшін жобаланады. Ұңғымаларды бұрғылау аяқталғаннан кейін және осы процессте арнайы конструкциямен қарастырылған зерттеулер комплексі жүргізіледі. Тіректік бұрғылаудың қорытындысында мұнай және газдың болжамдық қорына баға беріледі.
- **Параметрлік ұңғымалар** тереңдікті ескіруді меңгеру және мұнайгазжиналудың мүмкін аймағындағы мұнайгаздылықтың перспективаларын салыстырмалы бағалау үшін тұрғызылады. Тіректік ұңғымаларға қарағанда іздестіру жұмыстарыны тездету және негізгі геологиялық тапсырмалары шешуге зақым тигізбей олардың құнын төмендету мақсатымен бұл ұңғымалар керннің қысқартылған таңдалуымен бұрғыланады. Параметриялық ұңғымаларды бұрғылаудың қорытындысында жорамалдық қорлар дәлденуі және  $C_2$  категориялы газ бен мұнай қоры анықталуы мүмкін.
- **Іздестіру ұңғымалары** параметрлік бұрғылаудың және жаңа аудандарда мұнай және газ шөгінділерінің болу немесе болмауын анықтау үшін геофизикалық жұмыстардың берілгендері бойынша жобаланады. Ұңғымаларды өткізу кезінде мүмкін өнімділік жиегінің шөгінде және стратиграфиялық бөлімнің шекарасында керннің толық жиналуы, сонымен қатар салалық-геофизикалық зерттеулер жиынтығын жүргізу мен мүмкін өнімділік жиекті байқау қарастырылады. Іздеу ұңғымаларын бұрғылау кезінде  $C_1$  және  $C_2$  категориялардың қорлары анықталуы мүмкін.

- **Барлау ұңғымалары** іздеу бұрғылауы кезінде олардың мұнайгаздылығын анықталғаннан кейін аймақтарда бұрғыланады. Бірінші деңгейде (алдынала барлау) мұндай ұңғымаларды бұрғылау мақсаты - олардың барлауының экономикалық мақсаты жайында технико-экономикалық баяндамаларын (ТЭБ) құрастыру. ТЭБ-ті бекіткеннен кейін екінші деңгейдің мақсаты (бөлшектік барлау) - (А + В + С) өндірістік категорияларының қорын дайындау және кенорынның (шөгіндінің) өндірілуінің жобасын тұрғызу үшін берілгендерді жинау.
- Барлау ұңғымаларын бұрғылау кезінде өнімділік шөгінде кернді жинау, салалық-геофизикалық жиынтығын жүргізу, сонымен қатар жақтық грунтпен кернді жинау мен алдын-ала пайдаланудан тұратын жиектерді байқау қарастырылған.
- **Пайдалану ұңғымалар** мұнай және газ кенорындарының өңделу жобасына сәйкес бұрғыланады. Бұл категорияға сонымен қатар айдау, бағалау, бақылау және пьезометриялық ұңғымалар кіреді. Пайдалану ұңғымалар өңделетін шөгіндіден мұнай мен газды алу үшін арналған; айдау – өнімділік қабатқа суды, газды және ауаны айдау үшін арналған; бағалау – өнімділік жиектердің коллекторларын бағалау үшін; бақылау және пьезометриялық – ұңғыманы пайдалану процесінде мұнайгаз жанасуының, қысымның өзгеруін жүйелі түрде бақылау үшін арналған.
- **Арнайы ұңғымалар.** Мұнай және газ өндірісінде сонымен қатар кәсіптік суларды лақтыруға, мұнай мен газдардың ашық фонтандарын жоюға, жерасты суқойнауларына арналған құрылымды дайындауға және оларға газды айдауға, техникалық суларды барлау мен алуға арналған арнайы ұңғымалар бұрғыланады.



- Тік вертикальді қазылған ұңғыманың ұзындығы оның әрі тереңдігі болады.
- Көлбеу қазылған ұңғыманың сағадан оның түбіне дейінгі ара қашықтығы – **ұзындығы**, вертикальді ара қашықтығы – **тереңдігі** болады. Ұңғымалар диаметрімен, тереңдігімен және бағытымен сипатталады. Ұңғыманың диаметрі жынысты бұзатын аспаптың диаметрімен, шегенделген колонналы ұңғының диаметрі шегендеу құбырының ішкі диаметрімен анықталады.
- Ұңғыма бүкіл диаметр ауданы бойынша бұрғыланып қазылса **тұтас бұрғылауға**, ұңғыма диаметрінің шеткі бөліктері бойымен сақина түрінде бұрғыланып қазылса **бағаналық бұрғылауға** жатады. Бағаналық бұрғылауда өлшемі бұрғы аспабының ішкі диаметріне тең бұзылмаған жыныстың **жынысөзек** немесе **керн** деп аталатын бұрғылау бағаны қалыптасады.



1-тізбектің диаметрі 630мм; 2-диаметрі 426мм; 3-диаметрі 324 мм; 4-диаметрі 245мм; 5-168 мм  
 Сурет 2. Тереңдігі мен диаметріне байланысты ұңғылардың сұлбалары

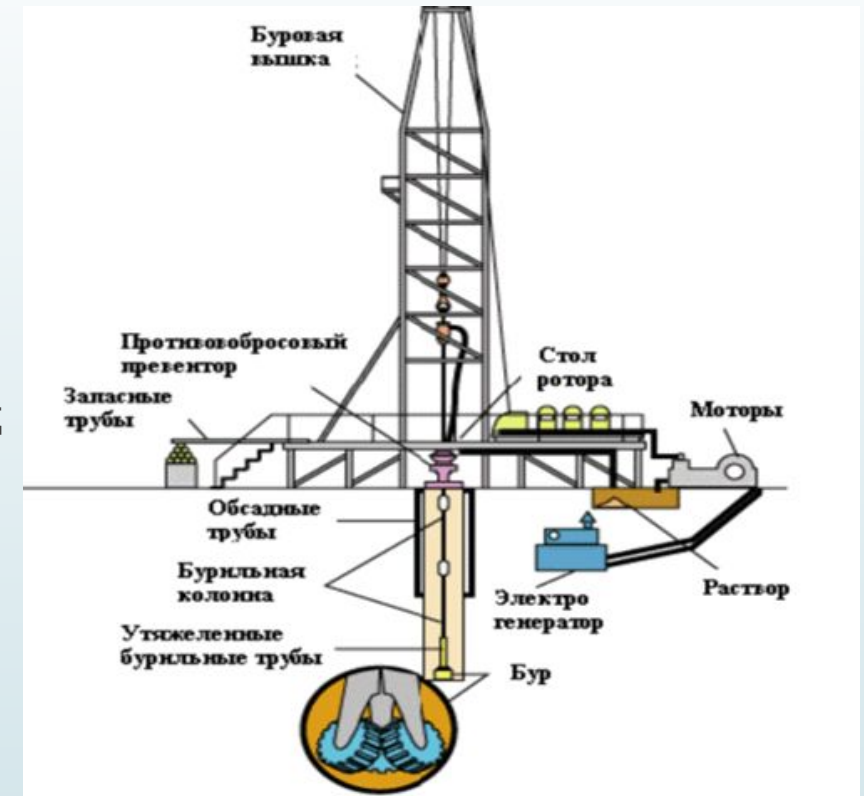
□ Оны бұрғыланған қима жыныстарын зерделеу және зерттеу үшін беттік қабатқа қажет болған кезде көтеріп шығарады. Тіке бағыттан 90° ауытқыған ұңғылар **горизонталь ұңғылар** деп аталады. Сағалары бір біріне едәуір жақын орналасқан көлбейте бағытталған ұңғылар шоғыр құрайды. Кен орындарын мұндай тәсілмен қазу **шоғырлама бұрғылау** деп аталады. Өнімді қабаттарды құрғату мақсатымен кейде негізгі оқпаннан бірнеше қосымша оқпан бұрғылайды. Мұндай ұңғылар көп оқпанды деп аталады. Ұңғылар диаметрі бойынша үлкен, қалыпты және кішірейтілген болып бөлінеді. Үлкен ұңғыларға диаметрі ротор диаметрінен 760 мм жоғары ұңғылар жатады. Шартты түрде тереңдігі 1000 метрге дейінгі ұңғылар таяз, 5000 метрге дейінгілері терең, ал 5000 метрден тереңдері, өте терең ұңғылар деп аталады. Ұңғыларды, бұрғылау қондырғыларының көмегімен құрлықта, теңізде бұрғылайды. Бұрғылау жағдайларында бұрғылау қондырғылары эстакадаларға, арнайы іргетастарға және арнайы орындарға орнатылады.

□ Ұңғымаларды бұрғылау өндірістік циклы, келесі жұмыс процесстерінен тұрады: 1.Бұрғылау қондырғысын орнықтырып жинастыру. 2.Ұңғыманы бұрғылау. 3.Оқпанның құламалы қабырғаларын бекіту. 4.Ұңғыманы сынау және зерттеу(түзулігін, геофизикалық, гидрогеологиялық, т.б.). 5. Ұңғыны тампондау. 6.Гидрогеологиялық ұңғылардың су қабылдау бөлігін жабдықтау, сутартқышты монтаждау. 7. Апатты жағдайға әкелетін ұңғыма күрделенуімен күрес жұмыстарын жүргізу. 8.Ұңғыларды жою. 9.Бұрғылау қондырғысын қайта жинау, оны жаңа кен орнына тасымалдау. Ұңғыманы бұрғылау процесі келесі жалпы операциялардан тұрады: 1.Ұңғыма түбінің жер жыныстарын қиратып бұзу. 2.Қирандыларды жер бетіне шығару. 3.Тозған бұрғы аспаптарын және қазылған жыныс үлгілерін бұрғылау снаряды, полиспасты жүйе көмегімен түсіру-көтеру операциялары.

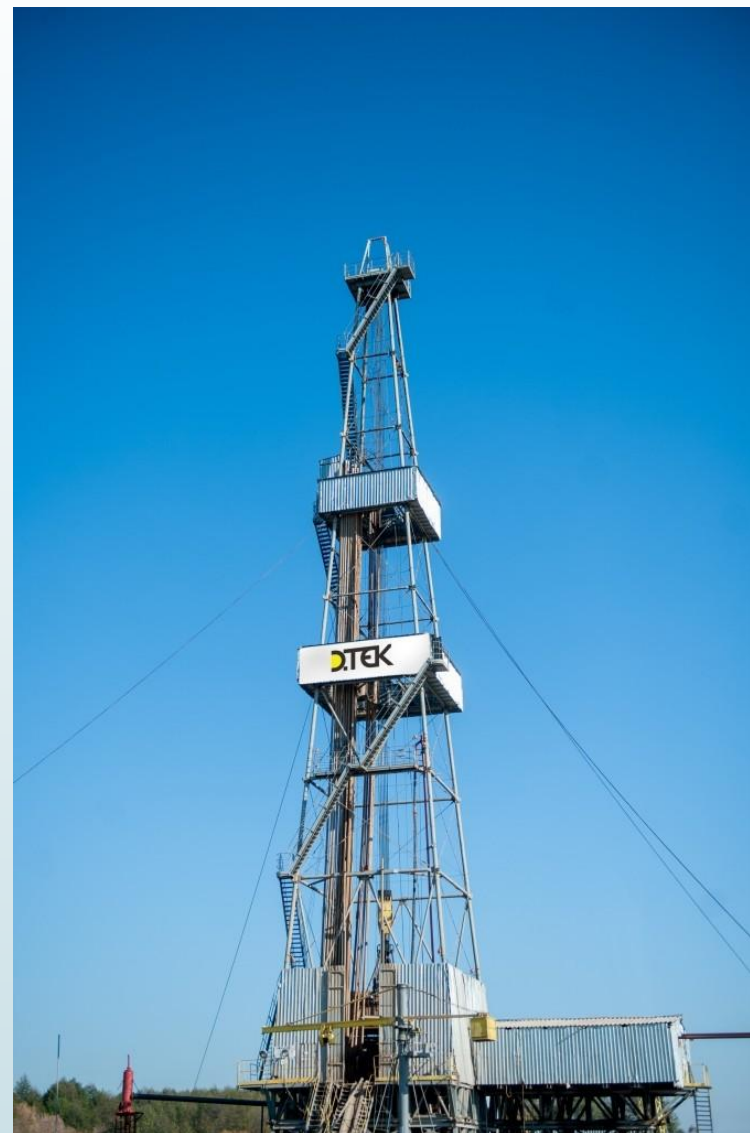
Кесте 1–Тізбектің диаметрі мен түсірілу тереңдігі


Шеген құбыр тізбегінің атауы	Диаметрі, мм		Тізбектің түсірілу тереңдігі, м
	қашау	тізбектің	
1	2	3	4
Бағыттаушы Кондуктор Аралық тізбек Пайдалану тізбегі	535 393,7 295,3 215,9	426 324 245 168	20 750 2700 3950

- Бұрғылау кешенінің құрамы:
- 1.Бұрғылау қондырғысы (көтеру механизмі, сорғыштар, шығыр, ұршық, ротор, отын май қондырғысының жетегі, дизель-электрлі станция, пневможүйе);
- 2.Бұрғылау ғимараты (мұнара, жиналмалы-каркасты, панельді бөлмелер);
- 3.Еңбексіымдылықты (күрделі) жұмыстарды механикаландыруға арналған жабдық (қашауды беру реттегіші, түсіру-көтеру әрекеттерін автоматтандыруға арналған механизмдер, құбырлар үшін пневматикалық сыналы ұстағыш, автоматты бұрғылау кілті, қосымша шығыр, пневмобосатқыш, жөндеу жұмыстарына арналған крандар, бұрғылау әрекетін бақылау пульті, басқару орындары немесе посттары);
- 4.Жуу ерітіндісін дайындайтын, тазалайтын және регенарация жасайтын жабдық (дайындау блогы, дірілдеу елегі, құм- және балшық бөлгіштер, айдау сорғыштары, химиялық реагенттер, суға және жуу ерітіндісіне арналған ыдыстар);
- 5.Манифольд (блоқты орындалған айдау желісі, дроссельді-ұстау құрлымы, бұрғылау жеңі);
- 6.Бұрғылау қондырғысының блоктарын жылытатын құралдар (жылу генераторлары).



- Бұрғылау талаптары техникалық, пайдаланулық, технологиялық, экономикалық, әлеуметтік және арнаулы деп бөлінеді.
- Техникалық талаптарға: бұрғылау қондырғысының конструкциясы ғылым мен техникалық ең жаңа жетістіктеріне жауап беруі қажеттігі; бұрғылау қондырғысының параметрлері әлемдік стандартқа және бұрғылаудың қазіргі технология талаптарына сай болуы; қондырғы құрамына кіретін машиналар мен жабдықтардың пайдалы әсер коэффициенті жоғары, беріктілігі жеткілікті, сенімді және өміршенді болуы жатады.
- Пайдалану талаптарына: бұрғылау қондырғысының жөндеу жарамдылығының жоғары болуы; оның агрегаттарының техникалық күтімі мен жөндеуге қолайлығы; техникалық жағдайын бақылау мен тез тозатын бөлшектерін алмастыру мүмкіндігі жатады.
- Технологиялық талаптарға: машиналар конструкциясының қарапайымдылығы; бөлшектер пішінің қарапайымдылығы, қолданылатын бөлшектер мен материалдардың үнемділігі мен дайындау арзандығы; жасаудың үйлесімді дәлдігі мен бет бұдырлығының қолайлығы, өңдеу бетінің өлшемдерінің аздығы; өзара ауыспалықты қамтамасыз ететін шек пен отырғызу өлшемдерінің сенімділік талаптарына сәйкестігі; стандартты және унификацияланған тораптар мен бөлшектерді кеңінен пайдалану мүмкіндігі жатады.





□ Назарларыңызға рахмет!