

Маташев М.М., Сейітов Н., Жолтаев Г.Ж.

**МУНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ КӘСІПШІЛІГІ
ГЕОЛОГИЯСЫНЫҢ НЕГІЗДЕРІ**

Алматы 2008

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ**

**Қ.И.СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІ**

Маташев М.М., Сейітов Н., Жолтаев Г.Ж

**МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ КӘСІПШІЛІГІ
ГЕОЛОГИЯСЫНЫҢ НЕГІЗДЕРІ**

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі
оқулық ретінде ұсынған

Алматы 2008

Бұл еңбек осы оқулықтың бірінші авторы марқұм
Мәжит Маташұлының рухына арналды

(Осы жерде МММ-ның фотосуреті болуы тиіс)

(15.05.1924 – 08.06.2007)

Мажит Маташұлы Маташев - көрнекті ғалым-геолог, мұнай-газ геологиясының білікті маманы, геология-минералогия ғылымдарының докторы (1988), профессор. 140-тан астам ғылыми еңбектің, оның ішінде екі монографияның авторы. 1959 жылы Грозный мұнай институтын тамамдаған. 1969 жылға дейін мұнай-газ кәсіпшіліктерінде, осы жылдан өмірінің соңына дейін Қ.И.Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылыми-зерттеу институтында әртүрлі лауазымды қызметтер атқарды. М.М.Маташев – Ұлы Отан соғысының ардагері, ол көптеген ордендер мен медальдардың, өзге де марапаттардың иегері.

ЖОК 553.98+622.2

ББК 33.11 я 7

М 29 Маташев М.М., Сейітов Н., Жолтаев Г.Ж. Мұнай және газ кәсіпшілігі геологиясының негіздері: Оқулық. – Алматы: ҚазҰТУ, 2008. 317 б.

ISBN 9965-843-96-1

Оқулық Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің жоғары оқу орындарында оқылатын "Мұнай және газ кәсіпшілігінің геологиясы" оқу пәні бойынша дайындалған типтік бағдарламаның мазмұнына сәйкес жазылған. Кітапта Қазақстандағы алғашқы мұнай ұңғымалары жайлы жалпылама мағұлматтар, мұнай-газ кенорындарын барлау әдістері, ұңғымалардың бұрғылануы барысында жүргізілетін геологиялық зерттеулер мен бақылаулар болмысы, құрылымдық карталар мен олардың қималарын тұрғызу әдістері, бұрғылау нәтижесінде алынған материалдарды геологиялық, геофизикалық және геохимиялық тұрғыдан зерттеледі. Мұнда мұнай-газ кәсіпшіліктерінде жер қойнауын және қоршаған ортаны қорғау, мұнай-газ өнеркәсібінің кейбір экономикалық мәселелері де сөз болған.

Кітап жоғары оқу орындарында білім алып жатқан болашақ мұнайшы-геологтарға, бұрғышыларға, мұнай-газ кенорындарын игерушілерге, геофизиктерге, мұнай-газ саласының өзге де болашақ мамандарына арналған.

ББК 33.11 я 7

Сурет – 29. Кесте – 10. Әдебиеттер тізімі – 29 атау.

Пікір жазғандар: *К.Н. Аманиязов*, геол.-минерал. ғыл. докторы, профессор;
О. Ақшолақов, геол.-минерал. ғыл. кандидаты;
Б.М.Әбішов, геол.-минерал. ғыл. канд., доцент.

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің 2008 жылғы жоспары бойынша басылды.

ISBN 9965-843-96-1

© Маташев М.М., Сейітов Н.,
Жолтаев Г.Ж.

© ҚазҰТУ, 2008

КІРІСПЕ

Қазақ елінің ғасырлар бойы аңсаған тәуелсіздігіне қол жеткізе отырып, дербес те егеменді мемлекет ретінде дами бастағанына да 17 жылдай уақыт өтіпті. Осы жылдар ішінде елімізде талай-талай түбегейлі өзгерістер болғандығы белгілі, бұл өзгерістер еліміздің дәуірлей дамуына, болмысынан зерделі де еңбекқор халқымыздың тарих белесінде өзіне тиесілі асулары мен шындарына көтерілуіне белгілі дәрежеде алғышарттар жасады. Сол міндеттердің екеуі айырықша маңызды, олар – халқымызды республика ауқымындағы жер қойнауының табиғат ұсынған ғаламат байлықтарын ұтымды да, үнемді пайдалана білуге машықтандыру. Ол үшін еліміздің әлеуметтік-экономикалық дәуірлеуін одан әрі қамтамасыз ететін білікті, әрі білімдар мамандар керек.

Қолдарыңыздағы кітап – осы аталған екі міндеттің бір-бірімен тоғысу өңірінен бастау ала отырып, оларды жоғары деңгейде орындау ісіне азды-көпті септігін тигізуі тиіс. Мұнай-газ өнеркәсібі саласы еліміздің әлеуметтік-экономикалық дамуының жетекші саласы рөлін атқаруы және әлі де ондаған жылдар бойына атқара беретіндігі, сол сияқты республикамыздағы жоғары оқу орындарында мемлекеттік тілде, яғни қазақ тілінде білім алушылардың жыл өткен сайын көбейе түсу тенденциясы, осы үмітіміздің ақталуына бірден-бір алғышарт деп түсінеміз.

Оқулықты дайындау барысында авторлар геология-минералогия ғылымдарының докторы, профессор Г.Ж. Жолтаевтың бұдан бұрын жарық көрген зертханалық-әдістемелік жаттығулар жүргізуге арналған құралын өзгеріссіз пайдаланды. Бұл еңбек оқулықтың соңында арнаулы қосымша түрінде берілді.

Кітаптың жазылу идеясынан бастап оның жарық көруіне дейінгі аралықта геология-минералогия ғылымдарының докторы, ҚР Инженерлік академиясының академигі Э.С.Воцалевскийдің авторларға үнемі ақыл-кеңесін ұсынып отырғандығын айырықша атаған жөн. Авторлар аталған ғалымға үлкен ризашылығын білдіреді.

1. ҚАЗАҚСТАННЫҢ МҰНАЙ-ГАЗ ӨНЕРКӘСІБІНІҢ ДАМУ ТАРИХЫНА ҚЫСҚАША ШОЛУ

Мұнай-газ өнеркәсібі ауыр өнеркәсіп салаларының қатарына жатады. Ол жер қыртысының беткі бөлігінде орналасатын "шөгінді тыс" деп аталатын тау жыныс қабаттары қимасының түрлі деңгейлеріне шоғырланған мұнай-газ кенорындарын іздеу және барлау, барланған мұнай-газ қорларын бүгінгі күн талабына сай техникалық және технологиялық жабдықтар көмегімен игеру, сөйтіп өте маңызды шикізаттар болып табылатын мұнай мен газ шоғырларын өндіріп алу мақсаттарын көздейді.

Мұнай өнеркәсібінің негізі біздің елімізде ХІХ ғасырдың 60-шы жылдарынан бастап қалана бастады. Бұған шейін Ресей империясы ауқымында мұнай қорлары едәуір мөлшерде қазіргі Баку және Грозный мұнайлы аудандары аймақтарында өндірілді. Кейінірек мұнай қорлары Кубань мен Таманьда, Ферғана өңірінде, ал қазақ жері ауқымында Жем өңірінде (бұл өңір «Ембің деп жаңсақ аталған») өндіріле бастады. 1901 жылы Ресей мұнай өндірудің көлемі жөнінен дүниежүзінде бірінші орынды иеленді. Алайда Қазан революциясынан кейін, Азамат соғысы жылдары (1918-1920 жылдары) Ресейдегі мұнай өнеркәсібі мүлдем құлдырап кетті.

Жанадан құрылған Кеңестер Одағында мұнай өндіру жұмыстарын қалпына келтіру және техникалық тұрғыдан қайтадан жарақтандыру жұмыстары 1920 жылдың аяқ шенінен басталады. Мұнай өндірудің көлемдік көрсеткіштері өзінің 1913 жылдағы деңгейіне тек 1927 жылы ғана қайтадан көтерілді. Өз өнеркәсібін жоспарлы және бағдарлы түрде дамытуға тырысқан бұрынғы КСРО тарихының алғашқы бесжылдықтарында мұнай өндірісі едәуір өсті. Сөйтіп, бұл ел мұнай өндіруде, оны өндеуде, бұрғылау тәсілдерін жетілдіруде айтарлықтай табыстарға жетті. Осы кезеңдерде мұнай мен карамайды (мазутты) тікелей айдаудың атмосфералық және вакуумдық әдістерін қамтамасыз ететін қондырғылар мұнай-газ өнеркәсібі саласына кеңінен енгізілді. Қиыр Шығыста, Башқұртстанда, Украинада, Кавказдың Қара теңізі жағалауларында, өзге де аймақтарда қуатты мұнай өңдеу зауыттары салынып, іске қосылды. Бензин, жоғары сапалы авиациялық жанармайлар, парафин, кокс, мұнай таушайырлары (битумдары), т.б. мұнай өнімдерін алудың жаңа технологиялық процестері игерілді. Геологиялық іздеу-барлау жұмыстарын одан әрі өрістету нәтижесінде Башқұртстан, Куйбышев (қазіргі Самара), Орынбор және Пермь облыстарында тұңғыш мұнай кәсіпшіліктері пайда болды.

Ұлы Отан соғысы (1941-45 жылдар) енді-енді қарқынды сипат алып келе жатқан мұнай-газ өнеркәсібі саласы дамуына айтарлықтай нұқсан келтірді. Краснодар өлкесінің, Солтүстік Осетияның мұнай кәсіпшіліктері түгелдей істен шықты. Грозный кәсіпшіліктері де мол зардап шекті. Осы жылдары Одақ бойынша мұнай өндіру 37,6%-ға төмендеді, 1941 жылы КСРО бойынша болған-біткені 19,4 млн т мұнай өндірілді. Бұл көрсеткіш 1930 жыл көрсеткішінің деңгейі ғана болатын. Солай бола тұрса да, соғыс жылдары мұнай өндіру мөлшері майдан қажетін толығымен қанағаттандырып отыруға жеткілікті дәрежеде болды, бұл орайда Қазақстанның рөлі айырықша болғандығын атап өту орынды. Соғыс жылдары мұнай мен газдың ондаған жаңа кенорындары ашылды, олардың қатарында Қазақстан кенорындары да баршылық.

Соғыстан кейінгі жылдары мұнай өндіру өнеркәсібі тез қарқынмен дами бастады. Кең көлемде жүргізілген іздеу-барлау жұмыстарының нәтижесінде Еділ-Жайық (Волга-Орал), Батыс Сібір, Орал-Ембі, Маңғыстау т.б аймақтарда ірі мұнай-газ кенорындары ашылды. Ғылым мен техниканың жетістіктері, мұнай өндірудің озат тәсілдері мен әдістері кеңінен пайдаланылды. 1972 жылы Одақ бойынша 400,2 млн. тонна мұнай өндірілді. Кеңестер Одағы мұнай өндіру жөнінде Еуропада бірінші орынға, ал дүние жүзі бойынша екінші орынға ие болды. Осыған сәйкес, 1980 жылы елдің отын балансында мұнай мен газдың үлес салмағы 67%-ға дейін көтерілді.

Қазақстан ежелгі мұнай өндіретін республикалардың бірі. Мұнда тұңғыш мұнай бұрқағы Қазан революциясына дейін-ақ, яғни республикамыз КСРО құрамына кіруден бұрын-ақ Каспий маңы ойысының Қарашүңгіл деген жерінен алынды. Аталған жылдың қараша айында Қарашүңгілде бұрғыланған №7 ұңғыманың 40 метр тереңдігінен газ аралас мұнай бұрқағы атылды. Бұл ұңғыма алғашында тәулігіне 20 тоннадан мұнай берген болатын, кейіннен атқылап тұрған бұрқақ өздігінен толастады. Сондықтан да республикамызда мұнай өндірісінің басталу уақыты сол 1899 жыл деп есептеледі, осыған орай 1999 жылдың қараша айында республика мұнайының 100-жылдық Мерейтойы аталып өтілді.

Қарашүңгіл алаңшасының мұнай қорын одан әрі зерттеу мақсатында кейінірек жүргізілген жұмыстар оң нәтиже бермеді. Алайда Қарашүңгіл бұрқағы бір мәселені анық дәлелдеген еді, ол – Қазақстан ауқымындағы Каспий маңы ойысының мұнай мен газға деген мол мүмкіндіктерінің бар екендігі. Бұл тұжырымның шындыққа сәйкес екендігі көп кешікпей-ақ дәлелденді. Ойыстың Доссор (1911 ж.) және Мақат (1915 ж.) деп аталатын құрылымдарында Қазан

революциясына дейін-ақ (1917 жылға дейін) 166 мұнай іздеу-барлау ұңғымалары бұрғыланып, олардан 1337 мың тонна мұнай өндірілді. Бұл болашақ ғаламат ауқымды жұмыстардың бастамасы ғана болатын.

Соңғы 90 жылға жуық уақыт ішінде мұнай мен газ кенорындарын іздеу-барлау жұмыстары Қазақстанның көптеген аймақтарында жүргізілді, алайда еліміздің негізгі мұнайлы аймағы Батыс Қазақстан аймағы болып қалып отыр. Бұл аймақтағы негізгі мұнай-газ кенорындары Каспий маңы ойысына және Оңтүстік Маңғыстау ойысымына тиесілі шөгінді алаптар қимасына шоғырланған. Осыдан ширек ғасырға жуық уақыт бұрын (1984 ж.) еліміздің шығыс бөлігіндегі Оңтүстік Торғай өңірінің мұнай мен газға деген мол перспективасы белгілі болды, кейінірек Шу-Сарысу ойысының шөгінді таужыныстары қимасында шағын-шағын газ жатындары бар екендігі анықталды.

Аталған мұнайлы-газды аймақтардың ашылу тарихы алуан түрлі. Солардың ішінде республикамыздағы мұнайлы-газды құрылым ретінде тұңғыш зерттеле бастаған және елімізді мол мұнай қорымен қамтамасыз еткен құрылым – Солтүстік Каспий өңіріндегі Оңтүстік Жем (Ембі) мұнайлы ауданы болып саналады.

Ембі мұнайлы ауданының (бұл өңірдің қазақша атуы Жем, сондықтан кітабымыздың клесі беттерінде ол осылайша аталатын болады) табиғи мұнай көздерін алғаш ашқандар жергілікті қазақ халқы деп мәлімдесек, артық айтқандық емес. Олар бағзы заманнан-ақ жер бетіне сыздықтай көтерілген мұнай тамшыларын малдың кейбір қышыма ауруларын емдеуге кеңінен пайдаланған. Бертін келе мұнайды отқа жағып көрген, оның қараңғы түндерде жалқаяқтанған мұнарлы жалынына қарап отырып, бұл беймәлім жер туындысын "мұң майы" деп те атаған. Осы ауданда мұнай көздерінің бар екендігі жайлы тұңғыш жазба деректер XVII ғасырда Астраханнан Хиуаға жабдықталған экспедицияның қолжазбаларында ұшырасады. Бұл экспедиция 1717 жылы ұйымдастырылған сапары барысында қазіргі Атырау облысының жерін көктей өткен, сөйтіп сол кездердегі дағдыға сәйкес, өздерінің жүріп өткен жерлерінің табиғат ерекшеліктері жайлы нақтылы деректер жазып қалдырған.

XVIII-XIX ғасырларда Патшалық Ресей тарапынан біздің еліміздің ауқымына бірнеше арнаулы ғылыми-зерттеу экспедициялары ұйымдастырылған. Олар өздері зерттеген аймақтардың суы, жербедер ерекшеліктері, халқы, пайдалы қазбалары жайлы мағұлматтар жинақтап, нақтылы тұжырымдар жасақтап отырған. Қазақ жерін осылайша алғаш зерттеушілердің ішінде мұнай мәселесімен көбірек шұғылданған Н.А.Северцев болды. Ол Жем (Ембі) ауданында

1857 жылы жүргізген мұнай алаңшаларын зерттеу қорытындыларын 1860 жылы жариялады. Ол бұл еңбегінде "... төбешіктен төмен қарай сыздықтай аққан мұнай тамшылары ойысшадағы су бетінде жалқаяқтана қалқып тұр" деп жазды, бұл Доссор өңірінің мұнайы жөнінде еді.

Жем (Ембі) ауданын 1874 жылы тау-кен инженері Д.В.Кирпичников аралады, оның зерттеу нәтижелері бұл өңірде табиғи мұнай "көлшіктері" жиі ұшырасатындығын растай түсті. Осы деректерді тұжырымдай келе, Д.В.Кирпичников бұл өңірдің жер қойнауында мұнай қорының мол екендігін болжады, алайда тұщы судың, жол қатынасының, мал бағуға қолайлы жем-шөп қорының тапшылығын тілге тиек ете отырып, бұл ауданның жерасты байлықтарын игеру мәселесі де оңайға соқпайтындығын атап көрсетті. 1886 жылы жүргізілген зерттеулері нәтижесінде тағы бір орыс ғалымы –М.М. Новаковский – Доссор, Ескене, Қарашүңгіл алаңшаларының мұнайға деген мүмкіндіктері орасан зор екендігін одан әрі нақтылай түсті.

Оңтүстік Жем (Ембі) мұнайлы ауданын зерттеудің келесі кезеңі Ресейден Түркістанға жол ашу және Орынбор–Ташкент темір жолын тарту жұмыстарын жүзеге асыру науқанымен орайлас өрбіді. Аталған жұмыстарды жүзеге асыру ауқымында Рязань–Орал темір жол қоғамы болашақ жол тартылатын өңірдің жерасты байлықтарын анықтау шараларын да жоспарлады, сөйтіп 1892 жылы Ресейдің Геологиялық комитеті жанынан геолог С.Н.Никитин басқарған арнайы экспедиция ұйымдастырылды.

Жалпы алғанда, Оңтүстік Жем (Ембі) ауданында өнеркәсіптік маңызы бар мұнай қорларын зерттеуге Н.А.Северцев, И.В. Мушкетов, А.Д. Архангельский, С.Н.Никитин сияқты сол кездердің атақты ғалым-геологтары атсалысты. Осылайша ғасырлар бойы жүргізілген топографиялық және геологиялық зерттеу жұмыстарының маңызы өте зор болды. Осы зерттеу нәтижелері ХІХ ғасырдың аяғында геолог-ғалым А.П.Карпинский басшылық еткен Ресей Геология комитетінің нақтылы тұжырымдары түрінде жинақталды, бұл тұжырымдар кейінірек мұнай-газ геологиясы ғылымының негізі рөлін атқара отырып, мұнай кенорындарын іздеу-барлау жұмыстарын бағдарлы да пәрменді түрде жүргізуге мүмкіндік берді. Мұның нәтижесінде 1911 жылы Оңтүстік Жем (Ембі) аумағының Доссор мұнай кенорны, ал 1915 жылы Мақат кенорны ашылды, осы жылдары пәрменді барлау жұмыстары Қаратон, Жуса, Мәртүк, Итассай, Мәтенқожа т.б. алаңшаларда жүргізіле бастады. Алайда, ол кездердің мұнай кенорындарын іздеу-барлау жұмыстары біршама пәрменді сипатты иелене тұрса да, мұндай жұмыстар жалпы алғанда шашыраңқы да

жүйесіз жүргізілген еді, оларды бір орталықтан басқарып, жұмысты жоспарлы түрде жүзеге асыру шаралары әлі де болса жеткіліксіз болатын. Мұндай шаралар тек қана ХХ ғасырдың 20-шы жылдарынан бастап жолға қойыла бастады, яғни мұнай кенорындарын геологиялық іздеу-барлау жұмыстарының жоспарлы сипатты иелене бастауы, жетік техника мен технологияның сала жұмысына кеңінен енгізілуі, мұның нәтижесінде мұнай өндірісі қарқынының еселей артуы Кеңес үкіметінің жоспарлы саясаты нәтижесінде ғана мүмкін болды.

Осы жылдардан бастап Каспий маңы ойысының Жем (Ембі) мұнайлы ауданында жүргізілген терең бұрғылау және зерттеу жұмыстарында геофизикалық зерттеулерді, атап айтқанда гравиметриялық, сейсмикалық, магнитометриялық зерттеу әдістерін кеңінен қолдану, зерттеудің өзге де жаңа әдістерін өндіріске енгізу қарқындары айтарлықтай өсті. Осы зерттеулер нәтижесінде мұнайлы алаңшаларды жан-жақты зерттеудің, мұнай кенорындарын табысты игерудің ғылыми негіздері қалыптаса бастады. Ис-тэжрибелердің жинақталуы мұнай-газ саласында маманданған тамаша ғалымдар мен іскер өндіріс қайраткерлерінің қалыптасуына мүмкіндік туғызды. Олардың көрнекті өкілдері ретінде Ю.А.Косыгин, Э.Э.Фотиади, А.Л.Яншин, Ф.А.Алексеев, Н.И.Буялов, Н.А.Калинин, П.Я.Авров, Н.О.Имашев т.б. есімдерін атап көрсетуге болар еді.

ХХ ғасырдың 30-шы жылдарында Жем (Ембі) өңірінде мұнай өндіру қарқыны бұрынғыдан да гөрі қарқынды қанат жая бастады. Мұнай өндірісін арттыруға бұрыннан белгілі Мақат пен Доссор кенорындарымен қатар жанадан ашылған Байшонас, Ескене, Қосшағыл, Сағыз, Құлсары т.с.с. кенорындар да өз үлестерін қосты. Нақ осы жылдары Қазақстанның Каспий маңы өңірінен өзге аймақтар да мұнай мен газға деген мүмкіндіктері тұрғысынан зерттеле бастады. Мәселен, Маңғыстау өңірінде, Торғай және Іле шөгінді алаптарында олардың мұнай мен газға деген мүмкіндіктерін анықтау тұрғысынан жүргізілген алғашқы зерттеулер сол отызыншы жылдары басталған болатын. Алайда бұл алғашқы зерттеулер сол кезде айтарлықтай нәтиже берген жоқ.

ХХ ғасырдың 40-шы жылдары мұнайлы Жем (Ембі) өңірінің ең қарқынды даму кезеңі болып табылады. Әсіресе Ұлы Отан соғысы кезінде мұнайлы Жем (Ембі) өңірінің Отанның қорғаныс өнеркәсібін қамтамасыз етудегі рөлі өте жоғары болды. Мысалы, соғыс басталғаннан кейінгі бір жыл ішінде, яғни 1942 жылы Жемнен (Ембіден) мұнай алу мөлшері 1941 жылмен салыстырғанда бірден 55%-ға артты. Осы бір қиын-қыстау жылдары бұрыннан өндіріске берілген мұнай кәсіпшіліктері ауқымында мұнайдың жаңа алаңшалары

ашылды, мұнай өндірудің бұрын тәжірибеде болмаған мүлдем жаңа әдістері жедел өндіріске енгізілді. Мәселен, күні бүгінге шейін табысты түрде қолданылып келе жатқан қойнауқаттық қысымы төмендеген мұнай ұңғымаларына су айдау, сөйтіп мұнай шығымын жасанды түрде арттыру әдісі бүкіл Кеңестер Одағы бойынша алғаш рет осы Жем (Ембі) өңірінде қолданылды. Бір ғана ұңғыма көмегімен бірнеше мұнай горизонттарының өнімін алу әдісі де сол жылдары дүниеге келді. Осы жаңалықтарды өндіріске енгізу, ең бастысы Жем (Ембі) мұнайшыларының адам айтса сенгісіз ерен еңбегінің нәтижесінде республикамызда мұнай өндіру қарқыны ХХ ғасырдың 20-шы жылдарымен салыстырғанда 2,5 есеге артты.

Бұл жылдары мұнай өнімдерін арттырумен қатар, іс-тәжірибеде жинақталған құнды деректерді ой елегінен өткізу, сөйтіп мұнай-газ кенорындарының геологиялық құрылымдармен өзара байланысын анықтау шаралары да табысты түрде жүзеге асырылды. Екінші сөзбен айтқанда, соғыс жылдарының және соғыстан кейінгі халық шаруашылығын қалпына келтіру жылдарының қиындықтарына қарамастан, мұнай-газ геологиясы саласында тәжірибе жинақтау, алынған деректер негізінде мұнай-газ кенорындарының жер қыртысында орналасу заңдылықтарын анықтау бағытындағы тұңғыш ғылыми тұжырымдар жасақтау жұмыстары да жоғары дәрежеде жүзеге асырылды. Каспий маңы ойысы қимасының түзүсті қабаттары деп аталатын бөлігінде мұнай және газ жатындарының шоғырлану заңдылықтарын анықтау негізі осы 40-шы жылдары қаланды десек, артық айтқандық емес. Ғылыми тұрғыдан мейілінше күрделі, практикалық тұрғыдан өте маңызды осы тұжырымдарды жасақтауда көп еңбек сіңірген ғалымдар мен сала қайраткерлері ретінде П.Я.Авров, В.Я.Авров, Г.Е.-А.Айзенштадт, Н.А.Калинин, Н.В.Неволин, Н.Н.Черепанов, Д.А.Досмұхаметов, Н.О.Имашев т.б. есімдерін айырықша атауға болады

Мұнай-газ геологиясы ғылымының дамып жетілуі жайлы әңгіме қозғағанда, Қазақ КСР Ғылым Академиясының сол кездегі президенті, қазақтың біртуар данышпан азаматы, академик Қ.И.Сәтбаев есімін атамау мүмкін емес. Мұнай-газ өнеркәсіп саласының ел өміріндегі маңызы мен болашағын қапысыз түсінген ол бұл мәселеге айырықша мән берді. Сөйтіп, 40-шы жылдардың аяқ шенінде Гурьев (қазіргі Атырау) қаласында Ғылым Академиясының мұнай-газ саласы бағытындағы проблемаларға арналған арнаулы көшпелі Сессиясын өткізді. Талай-талай ғалымдар мен мамандар қатысқан осы сессияда мұнай және газ геологиясының көптеген көкейтесті мәселелері талқыланып, құнды-құнды құжаттар қабылданды. Болашақ

жұмыстардың бағыт-бағдары анықталып, бірінші кезекте шешілуі тиіс мәселелер іріктелді. Мәселен, осы Сессияның маңызды шешімдерінің бірі – жаңа мұнай-газ кенорындарын іздеу-барлау жұмыстарын Каспий маңы ойысының солтүстік және солтүстік-шығыс бөлігіне бағыттау, сол сияқты бұл жұмыстарды жүргізу барысында шөгінді тыс қимасының тұзүсті кешендерімен шектеліп қалмай, іздеу-барлау жұмыстарын тұзасты кешенін тексеруге де пәрменді түрде пайдалану, ол үшін мейілінше терең және аса терең ұңғымалар бұрғылау міндеті қойылған болатын. Бұл тұжырымдардың дұрыстығын өмірдің өзі-ақ дәлеледі – ХХ ғасырдың 80-90-шы жылдарында нақ осы өңірлердің тұзасты кешенінен Қарашығанақ, Теңіз, Жаңажол сияқты ғаламат ірі кенорындар ашылғадығы белгілі.

Ұлы Отан соғысынан кейінгі жылдарда мұнай-газ кенорындарын барлау, оларды өндірістік игеру жұмыстарын ғылыми негізде жүзеге асыру тапжылмас заңдылыққа айналды. Ғылым мен техниканың күшті қарқынмен дамуы өндірісті жетік жабдықтармен және қондығылармен қамтамасыз етуге мүмкіндік берді, сөйтіп терең ұңғымаларды жедел бұрғылайтын жаңа бұрғылау станоктары, мұнай өндіруді еселей арттыруға мүмкіндік беретін ырғалғыштардың (качалкалардың) жаңа түрлері, ұңғымаларды геофизикалық бақылаудың (каротаждың) жаңа модификациялары өндіріске жедел түрде енгізіле бастады. Мұның өзі мұнай-газ саласында айтарлықтай көрсеткіштерге қол жеткізді. Мәселен, ХХ ғасырдың 40-шы жылдары барлау ұңғымаларының орташа тереңдігі 1000 м-ден аспаған болса, ғасырдың аяғында бұл көрсеткіш 6000 м-ге жетті.

ХХ ғасырдың 50-70-ші жылдары аралығында Каспий маңы ойысы ауқымында 70-ке жуық мұнай-газ алаңшалары ашылып, олардың 20-дан астамы өндіріске енгізілді. Мұнай-газ кенорындарын барлау және мұнай мен газды өндіру жобалары мұқият сарапталып, бұл жұмыстар жоспарлы да ғылыми негізде жүргізіліп отырды. Ғылым мен өндірістің байланысы нығая түсті, ғылыми-зерттеу мекемелері сала мамандарымен қоян-қолтық араласып, мұнай мен газ кенорындарын ашудың, оларды табысты түрде игерудің тың тәсілдері мен әдістерін ұдайы ұсынып отырды. Нақ осы жылдары республиканың мұнай-газ саласын дамытуға айырықша үлес қосқан ғалымдар мен мамандар ретінде П.Я.Авровтың, Ж.А.Досмұхаметовтің, Ш.Е.Есеновтің, Т.Н.Жұмағалиевтің, Е.И.Ивановтың, Н.О.Имашевтің, В.П.Токаревтің, Мұтиғолла және Мажит Маташевтердің, В.Г.Матвеевтің, Х.Ж.Өзбекқалиевтің, С.Е. Шақабаевтың есімдерін айырықша атауға болады.

Қазіргі таңда республикамыздағы мұнайлы аймақтар ішінде Каспий маңы ойысынан кейінгі жүздеген екінші орынды иеленетін Маңғыстау мұнайлы аймағының да зерттелу тарихы әріден басталады. Маңғыстау түбегінің мұнай мен газға деген перспективасы жоғары болуы мүмкіндігін алғаш болжағандардың бірі академик Н.И.Андрусов болатын. Кейінірек бұл өңірдің тектоникалық құрылысы мен стратиграфиялық ерекшеліктерін анықтау ісіне М.В.Баярунас, С.Н.Алексейчик, В.В.Мокрынский т.б. ғалымдар атсалысты. Мәселен, С.Н.Алексейчик соғыс жылдарының алдында-ақ (1937-41 жылдары) осы өңірді жан-жақты зерттеп, аймақ геологиясын тың тұжырымдармен байытты. Мысалы, Маңғыстау түбегі ауқымында Өзен көтерілімінің бар екендігін, бұл тектоникалық құрылымның мұнай-газ кенорнын кіріктіру мүмкіндігі жоғары екендігін алғаш болжаған сол С.Н.Алексейчик болатын. Соғыстан соңғы жылдары, яғни XX ғасырдың 50-ші жылдарынан бастап Маңғыстау өңірін пәрменді түрде зерттеуге Б.Ф.Дьяков, Н.Н.Черепанов, Н.К.Трифонов т.б. ғалымдар айырықша үлес қосты. Бұл зерттеулер нәтижесіз болған жоқ. 1961 жылы желтоқсан айында Өзен көтерілімінде бұрғыланған №18 құрылымдық барлау ұңғымасынан газ бұрқағы атылды, осы жылдың қыркүйек айында Жетібай алаңшасында бұрғыланған №2 және №6 ұңғымалардан қарқынды газ аралас мұнай бұрқағы алынған болатын. Сөйтіп бір-ақ жыл ішінде Маңғыстау өңірінен екі бірдей аса ірі (Өзен) және ірі (Жетібай) мұнай-газ кенорындары ашылды. Кейінірек Бозашы түбегінен Қаламқас, Қаражамбас т.б. кенорындары ашылды, сөйтіп еліміздің ауқымында үшінші мұнайлы аудан – Үстірт-Бозашы мұнайлы ауданы – мәлім болды. Осылайша республикамыздың батыс өңірінде үш бірдей мұнайлы аймақ белгілі болды. Олар — Каспий маңы ойысы, Оңтүстік Маңғыстау және Үстірт-Бозашы мұнайлы-газды аудандары. Маңғыстаудағы аса ірі Өзен мұнай-газ кенорнын ашқаны үшін Қазақстанның бір топ ғалымдары мен мамандары – Ж.А.Досмұхамбетов, Б.Ф.Дьяков, Ш.Е.Есенов, Е.И.Иванов, Н.А.Калинин, Н.О.Имашев, Х.Махамбетов, В.Т.Матвеев, Х.Ж.Өзбекқалиев, В.П.Токарев, Н.Н.Черепанов – 1966 жылы Лениндік сыйлыққа ие болды. Бозашы түбегіндегі ірі-ірі мұнай кенорындарын тез арада барлап, оларды жедел түрде өндіріске енгізудегі ерен еңбегі үшін Э.С.Воцалевский 1982 жылы Кеңестер Одағының Мемлекеттік сыйлығын иеленсе, Каспий маңы ойысының солтүстік шығыс өңіріндегі ғаламат ірі Теңіз кенорнын ашқаны үшін М.Б.Балғымбаев, Қ.Қ.Балжанов, Ж.А.Досмұхамбетов, Б.Д.Елеманов, О.Есқазиев, Б.С.Сағынғалиев, А.Х.Хисметов Қазақстан Республикасы Мемлекеттік сыйлығының иегерлері атанды.

Республикамыздың мұнай-газ кенорындарына деген мүмкіндіктері еліміздің батыс аймақтарымен ғана шектелмейді. Әрине, еліміздегі мұнай-газ өнеркәсібі саласын дамытуда сол батыс аймақтардағы үш мұнайлы ауданның — Каспий маңы ойысының, Оңтүстік Маңғыстаудың және Үстірт-Бозашы ауданының — алатын орны ерекше, десек те республикамыздың өзге аймақтарының да мұнай-газ кенорындарын кіріктіруге деген мүмкіндіктері айтарлықтай.

Еліміздің ауқымында мұнай-газ кенорындарын кіріктіретін және кіріктіру мүмкіндігі теориялық тұрғыдан жоққа шығарылмайтын 15 шөгінді алап дараланады, олар – Каспий маңы, Үстірт-Бозашы, Оңтүстік Маңғыстау, Арал, Солтүстік Торғай, Оңтүстік Торғай, Теңіз, Солтүстік Қазақстан, Сырдария, Шу-Сарысу, Балқаш маңы, Зайсан, Алакөл, Батыс Іле, және Шығыс Іле шөгінді алаптары. Жоғарыда аталып көрсетілгеніндей, бұлардың алғашқы үшеуі елімізді мұнай және газ шикізаттарымен қамтамасыз етуде біраздан бері игеріліп келеді. Қалған 12 шөгінді алаптарда, солардың ішінде республикамыздың шығыс өңіріндегі алаптарда да іздеу-барлау жұмыстары жүргізілген, алайда бұл жұмыстардың көлемі мен пәрменділігі біркелкі емес. Кейбір алаптарда, әсіресе еліміздің шығыс және солтүстік өңірлерінде орналасқан шөгінді алаптарда жүргізілген жұмыстар әзірше мардымсыз дәрежеде қалып отыр.

Аталған 12 геологиялық құрылымның салыстырмалы түрде алғанда біршама бағдарлы да пәрменді түрде іздеу-барлау жұмыстарымен қамтылғаны – Оңтүстік Торғай және Шу-Сарысу құрылымдары. Бұл жұмыстар нәтижесіз де емес. Мәселен, Оңтүстік Торғай ойысымы ауқымында 80-ші жылдардың бас шенінде жүргізілген мұнай-газ кенорындарын іздеу-барлау жұмыстары сол ойысымның Құмкөл деп аталатын алаңшасынан қуатты мұнай бұрқағын алуға мүмкіндік берді (1984 жыл). Содан бері бұл шөгінді алап ауқымынан тағы да ірілі-ұсақты 16 мұнай-газ кенорындары ашылды, олардың екеуі өздерінің қоры жағынан ірі кенорындарға жатады (Құмкөл және Ақшабұлақ кенорындары). Осылайша республикамыздың орталық бөлігінде тағы бір перспективалы мұнайлы-газды аудан пайда болды.

XX ғасырдың соңғы онжылдықтарында жүргізілген геологиялық-геофизикалық зерттеулер нәтижесінде республикамыздың оңтүстік өңірінде тағы бір газды аудан пайда болды, ол – Шу-Сарысу ойысы (шөгінді алабы). Бұл ауданда қазір 9 газ орны белгілі, алайда олар негізінен шағын кенорындар және де бұл кенорындарда жанғыш газдармен қатар азотты-гелийлі газдар да молынан ұшырасады. Қорының мөлшері жағынан мұндағы жалғыз ғана кенорын –

Амангелді кенорны – орташа кенорындар санатына жатқызылады. Қалған 10 шегінді алаптың мұнай мен газ кенорындарына деген потенциалдық мүмкіндіктері әзірге біржақты анықтала қойған жоқ, алайда теориялық тұжырымдар тұрғысынан саралаған жағдайда, бұл аймақтардан да жаңа кенорындар ашылып қалуы әбден мүмкін.

Ұлан-байтақ Қазақстанның жер қойнауын мұнай мен газға деген мүмкіндіктері тұрғысынан пәрменді түрде зерттеп, осы бір бағалы табиғи байлықты ел игілігіне айналдыруда айтарлықтай еңбек сіңірген жергілікті ғалымдар мен сала мамандары көптеп саналады. Олардың есімдерін толығымен тізбелеу мүмкіндігі шектеулі, алайда осы салада ұланғайыр жұмыс тындырғандардың бір тобын айырықша атап өту орынды, олар – Авров П.Я., ағайынды Балғымбаевтар, Балжанов Қ.Қ., Бөлекбаев З.Е., Воцалевский Э.С., Досмұхаметов Ж.А., Жұмағалиев Т.Н., Имашев Н.О., ағайынды Маташевтер, Өзбекқалиев Х.Ж., Өтебаев С.Ө., Сағынғалиев Б.С., Токарев В.П. т.б. Тек мұнай-газ саласы ғана емес, бүкіл қазақ ғылымы мен өнеркәсібінің көшбасшысы, олардың қарыштай дамуына алғышарттар жасап берген халқымыздың ардагер ұлы Қ.И.Сәтбаевтің есімін осы орайда тағы бір айырықша атап өтсек, оны осы ұлт перзентінің аруағы алдындағы адами парызымыз деп есептейміз.

Қорыта айтқанда, қазіргі таңда еліміздегі мұнай-газ өнеркәсібінің даму қарқыны айта қаларлықтай. Соңғы жылдары Каспий теңізі табанынан жаңа ғаламат ірі және аса ірі Қашаған, Қаламқас-теңіз, Қайраң, Актоты т.с.с. кенорындардың ашылуы еліміздің "қара алтынға" деген мүмкіндіктерін бұрынғыдан да арттыра түсті. Осы кенорындарды жедел түрде игеру нәтижесінде Қазақстан мұнай мен газ шикізатының қорлары жағынан дүние жүзіндегі ілгергі елдерінің бірі болатындығы жоспарлануда. Қалай дегенде де, республикамыздың қазіргі әлеуметтік-экономикалық даму қарқыны мен жақын перспективадағы болашағы негізінен өнеркәсіптік мұнай-газ саласын қарқынды түрде дамыту шараларымен тығыз байланысты болып отырғандығы баршамызға аян. Бұл орайда, елімізде мұнай мен газды өндіру шаралары ғана емес, алынған өнімдерді өңдеу және тасымалдау шаралары да қазірдің өзінде біршама жақсы жолға қойылғандығын атап өту орынды. Ал бұл саладағы перспективалар тіпті ұшан-теңіз. Осы ұланғайыр іс-шараларды болашақта жүзеге асыратын ұлттық мамандар екендігін ескерсек, білімдар да білікті сала мамандарын дайындау ісінің де маңызы мен мәні айырықша айшықтала түседі. Осы оқулығымыз болашақ мамандарға сапалы білім беру сияқты қасиетті міндетті ойдағыдай орындауға септігін тигізсе, біз өз борышымызды азды-көпті орындадық деп есептейтін боламыз.

Тарау бойынша бақылау сұрақтары

1. Қазан төңкерісіне дейін Ресей империясының қандай аймақтарында алғаш рет мұнай өндіріле бастады?
2. Қазақстан аумағында алғашқы мұнай бұрқағы қай жерде және қашан атқылады?
3. Каспий маңы ойысының мұнай-газға деген мүмкіндіктерін одан әрі нақтылай түскен ҚКСР Ғылым Академиясының Атыраудағы (Гурьевтегі) Көшпелі сессиясы қашан өткізілді? Бұл сессияны ұйымдастыруға мұрындық болған кім?
4. XX ғасырдың 50-70 жылдарында Каспий маңы ойысы ауқымында қанша мұнай кенорны ашылды?
5. Маңғыстау түбегінің мұнай мен газға деген мол мүмкіндіктерін алғаш болжаған кім?
6. Маңғыстау түбегіндегі Өзен және Жетібай кенорындары қай жылдары ашылды?
7. Қаламқас және Қаражамбас кенорындары қандай мұнайлы ауданда орналасқан?
8. Елімізде мұнай және газ кенорындары шоғырланған және өз ауқымында мұнай-газ кенорындары болу мүмкіндігі теориялық тұрғыдан жоққа шығарылмайтын қанша шөгінді алап бар? Оларды атап шығыңыз.
9. Оңтүстік Торғай өңірінде мұнай-газ кенорындары бар екендігі қай жылдары белгілі болды? Бұл өңірде алғаш ашылған мұнай кенорны қалай аталады?
10. Шу–Сарысу ойысының газды кенорындарының өзіндік ерекшеліктері қандай?
11. Қазақстанның тәуелсіздігі жылдарында Каспий теңізінің табанынан табылған қандай кенорындар мен перспективалы құрылымдарды білесіз?

2. МҰНАЙ МЕН ГАЗ ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ МАҒЛҰМАТТАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ КЕНОРЫНДАРЫН ЗЕРТТЕУДІҢ ЖАЛПЫ МӘСЕЛЕЛЕРІ

2.1. Мұнай білінімдері мен кенорындарының анықталу және зерттелу тарихы

Мұнай мен газ – табиғи пайдалы қазбалар болып табылады. Олардың жаралу тегі мен тарихы жер қойнауларымен тығыз байланысты екендігін адамдар ерте заманнан-ақ жақсы түсінген, бірақ олардың неден, қалай жаралатындығы, оларды жер бетіне қандай күштер "көтеріп шығатындығы" көптеген ғасырлар бойы адамдарға жұмбақ боп келген. Кейбір елдерде жер қыртысы қабаттарының алуан түрлі жарықтарынан саумалдана көтеріліп, кейде шағын бұлақшалар түрінде сыздықтай ағатын "қара май", немесе толассыз от болып алаулап жанып тұратын газ – табиғаттың таңғажайып құбылыстары ретінде адамзат баласына талай ғасырлар бойы үлкен жұмбақ күйінде қала берді.

Орталық Азия мемлекеттерінде "жанып тұрған от беймәлім күдірет күшімен байланысты, сондықтан оған бас иіп табынушылық таныту қажет" деген ұғым қалыптасты. Осыған байланысты кейбір мемлекеттерде отқа табыну дәстүрі ерекше орын алды. Қазіргі күндердің өзінде де отқа табынушылық Үндістан елінің кейбір аудандарында әлі де болса жиі кездеседі.

Бағзы замандардан бастап-ақ Солтүстік Италия мемлекетінің тұрғындары жер қойнауынан қайнар бұлақ іспетті көтеріліп, дамылсыз ағып жататын мұнай ағымдарын ыдысқа құйып алып, қараңғы мезгілдерде жарық ретінде пайдалануды жақсы меңгерген. Ежелгі Геродот шығармаларында Тигр мен Ефрат өзендерінің аңғарында көптеген мұнай көздерінің бар екендігі аталып көрсетілген. Мұнай есебінен жаралған байырғы асфальтты сол мезгілдердің өзінде-ақ Вавилон қаласында құрылыс материалдары (цемент) ретінде пайдаланғандығы туралы жазба деректер сақталған. Плутарх "Александрдың өмірі туралы" деп аталатын шығармасында өшпес көгілдір жалынның тынымсыз алаулап тұратындығына ерекше құбылыс ретінде айырықша көңіл бөлген.

Византиялық жауынгерлер өздерінің дұшпандарымен соғыс кезінде мұнайға малынып алынған тарқатылған кендірді ағаш басына орап от берген де, оны жауларының кемелеріне лақтыратын болған, сөйтіп дұшпан кемелерін өртеп, ұдайы жеңіске жетіп отырған. Бұл оқиға тарихта "Грек оты" деген атауды иеленген.

Франсуздар Пенсильванияның терістігін жаулап алғаннан кейін жергілікті халықтың мұнайды дәрі-дәрмек ретінде пайдаланатындығын білген, сөйтіп шегенделген саяз құдықтарда жинақталған мұнай мөлтектерін қауғалап жинап, өз еліне аттандырып отырған. Солтүстік Американың Тринидат аралында да көптеген мұнай және газ көздерінің барлығы анықталған. Олардың ішіндегі ең маңыздысы – 1797 жылы Колумб өзінің Америкаға үшінші сапары кезінде ашқан асфальт көлі. Оның ауданы 45,6 гектар, тереңдігі бүгінге дейін анықталған емес.

"Өшпес оттың" Апшерон түбегінде - Әзербайжан және Дағыстан жерлерінде көптеп ұшырасатындығы белгілі. Отқа табынатын халықтар, әсіресе Үндістан халқы Баку қаласының маңындағы әрдайым жанып тұратын газ ошақтарын қатты дәріптеп, олардың жанына арнаулы ғимараттар орнатқан, сөйтіп сол өңірді арнаулы діни орталықтарға айналдырған. Бірақ VII ғасыр шамасында орнатылған осы дни ғимараттарды Грекия жауынгерлері бұзып талқандаған. Персияны Аравия жаулап алғаннан кейін отқа табынушылық білдіретін Персия халқы Баку маңына әдейілеп қоныс аударып, құлаған ғимараттарды жөндеп қалпына келтірген, кейбір ғимараттарды жаңадан тұрғызған. Апшерон түбегіндегі Сурахана маңында салынған осындай ғимараттардың бірі біздің заманымызға дейін бұзылмай жеткен (*2.1-сурет*). Бұл ғимаратта отқа табынушылық білдіретін халықтар XIX ғасырдың 70-ші жылдарына дейін тұрақтаған. Қазіргі кезде бұл ғимараттар құлап қалған, бүгінде олардың орындары ғана сақталған.

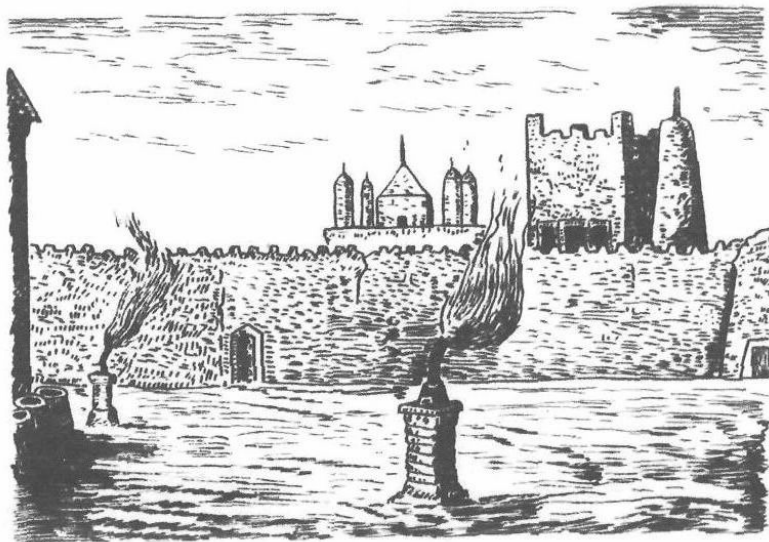
Апшерон түбегінің шығысында да мұнайдың табиғи жарықтар арқылы жер қойнауынан сыздықтай көтеріліп, байырғы таушайырға (битумға) айналған орындары көптеп ұшырасады. Осы таушайырларды (битумдарды) Персия халқы жанармай ретінде пайдалану үшін теңіз арқылы өз еліне кеме-қайықтарға тиеп тасыған.

Каспий теңізіндегі Артем аралында да мұнай көздерінің болғандығы ерте заманнан бері белгілі болған. Бірақ, арал аталған теңіз айдынының орта шенінде орыналасқандықтан, ондағы мұнай көздерін жергілікті халық жөнді пайдалана алмаған.

Месопотамия, Қытай сияқты шығыс елдерінде мұнайды көне замандардың өзінде-ақ жағармай мен жарық көзі, арақидік байырғы дәрі-дәрмек ретінде пайдаланғандығы жайлы деректер Вавилон жазбаларында, сенекриттің сына жазуларында сақталған. Жайық–Жем алабы мен таулы Маңғыстау өңірінде жер бетіне шығып жатқан немесе саяз құдықтар түбіне жинақталып қалған мұнайды жергілікті қазақтар ерте заманнан бастап-ақ пайдаланғандығы белгілі.

Мұнай мен газдың шағын-шағын бұлақшалары мен алаушалары Кубань облысы мен Тамань түбегінде де жиі-жиі көрініс берген. Планетамыздың беткі тас қабатын әдейілеп жарып шыққандай, бір беймәлім күш аспанға алаулата көтергендей әсер қалдыратын газ бұрқақтары Түрікмен, Қазақстан, Шығыс Мексика, Қытай т.б. көптеген елдерде бағзы заманнан болғандығы көне тарихтан мәлім.

Мұнай мен газ білінімдері тек қана шағын бұлақшалар мен алаушалар түрінде көрініс беріп қоймай, "балшықты жанартаулар" деп аталатын арнаулы құрылымдар түрінде де ұшырасады. Мәселен, Баку қаласының маңында



2.1-сурет. Әзербайжан еліндегі Сурахана қаласы маңындағы отқа табынушы ежелгі Персия халқы әдейі тұрғызған ғимараттар көрінісі
(алдыңғы планда табиғи газ алаулары)

жүргізілген арнаулы зерттеулер жер қойнауындағы мұнай көздері жер бетінде жаппай ұшырасатын осындай шағын-шағын жанартаулармен тығыз байланысты екендігі анықталған.

Балшықты жанартаулар – төбесінде воронка тәрізді көзелегі бар (мұндай көзелегі анық жетілмегендері де кездеседі), осы көзелегінен газ, су (су тамшылары кейде мұнай жарғақшаларын кіркігреді) және балшық массаларын мезгіл-мезгіл немесе толассыз атқылап тұратын, көбінесе конус пішіндес геологиялық құрылымдар. Биіктігі 50 метрден, негізінің диаметрі 150 метрден аспайтын

шағындары да, биіктігі 400 метрге, негізінің диаметрі 3500 метрге жететін өте ірілері де ұшырасады. Жанартау шоқысының баурайларындағы диаметрі бірнеше см-ден бірнеше метрге шейін ғана жететін өте шағын да қосалқы жанартауларды "грифон" немесе "сальза" деп атайды. Балшықты жанартаулар әр түрлі таужыныстардың сазды массалармен дәнекерленген жұмырланбаған кесектерінен (мөлшері 30-40 см-ге жетеді) тұрады. Балшықты жанартаулар әдетте әлпілік қатпарлы алқаптардың мұнай жатындарын кіріктіретін шеткі жүйелеріне шоғырланады.

Жер бетіне өздігінен көтерілген мұнай мөлтектері шаруашылыққа аса тиімді де арзан өнім болғандықтан оның көздерін бағдарлы түрде іздестіруге бағзы заманнан айырықша көңіл бөлінген. Ертрек заманда бұл кендердің көзін практикалық тәжірибесі мол "ізшілер" деп аталатын адамдар ғана табатын болған. Мұндай адамдар мұнайлы аудандарда қашан да болған, әсіресе Апшерон түбегін қоныстанғандар арасында олардың өкілдері жиі ұшырасқан. Алайда олардың мұнай көздерін іздестіру тәжірибелері жалпылама көпшілікке көп тарай қоймаған, бұл "өнер" белгілі дәрежедегі құпия күйінде сақтала отырып, тек қана атадан балаға берілетін мирас дәрежесін иеленген. Сондықтан да көп жылдар бойы мұнай өндіретін құдықтардың орны тек қана солардың сілтеуімен табылып қазылған.

Тек соңғы жүзжылдықтарда ғана мұнайлы алаптардағы шағын-шағын мұнай алаңшалары жалпы бұқара халыққа мәлім бола бастады. Мысалы, Ресейдің "Ведомость" атаулы газеті өзінің 1703 жылғы бірінші нөмірінде былай деп жазыпты: "Қазан қаласынан алынған хабар бойынша, Соку өзенінің бойында көптеген мұнай көздерінің бар екендігі анықталды". "Тау-кен ғылымы хабаршысы" басылымының 1865 жылғы сандарының бірінде төмендегі ақпарат жарияланған: "Петроль немесе мұнай Ресейдің көптеген аймақтарында табылып жатыр. Мұнай бұлақшалары Архангельск губерниясының Шенкер уезінен, Царицин губерниясында, Ухта өзенінің бойында, Еділ өзенінің бойындағы Қазан, Сибирск, Самара губернияларында, Керчь және Тамань түбектерінде, Кубань бойында, Байкал көлі маңында және Сібірде, әсіресе Кавказдағы губерниялық Баку қаласының маңында көптеп табылғаны анықталды".

Өнеркәсіп орындары көбейіп, өндірістерде түрлі машиналар мен механизмдердің рөлі артуымен байланысты мұнайға деген сұраныс жыл сайын арта бастаған. Мұның өзі мұнай саласындағы арнаулы кәсіпшіліктердің құрылуын, олардың ұдайы ұлғайып отыруын талап етті. Осы жайт, өз кезегінде, мұнай мәселесімен түбегейлі айналысатын ғылым саласының іргесі қалануына себепші болды.

Ресей көлемінде алғаш рет мұнай бағытындағы ғылым саласын жолға қою жұмыстарымен бағдарлы түрде шұғылданған мамандардың бірі орыстың атақты химик-ғалымы Д.И.Менделеев болды. Ол ғылымның көптеген салаларын жан-жақты игерумен қатар, мұнай мәселесіне де айырықша ден қойды, сөйтіп мұнайдың химиялық қасиеттерін жан-жақты зерттеді, осы бағытта біршама маңызды да күрделі жаңалықтар ашты. Ол өзінің 1877 жылғы жазған "Солтүстік Американың Пенсильвания штатындағы және Кавказ өңіріндегі мұнай өнеркәсіптері" атаулы еңбегінде "мұнай саласындағы алғашқы міндет – сол мұнайдың жер қойнауында қалай орналасатындығын ғылыми тұрғыдан тиянақты түрде зерттей білу" екендігін атап көрсетті. Осы мәселе іс жүзінде жүзеге аспаған жағдайда мұнайдың жаңа алаңшаларын ашып, олардың қорын дұрыс игеру жұмыстарының қиынға соғатындығын Д.И.Менделеев көргенділікпен болжай білді.

Д.И.Менделеев мұнай өндіру және одан алынатын қосымша өнімдерді жіктеп айыру кәсіпшіліктерінде кездесетін келеңсіздіктерді әшкерелей отырып, оларға қарсы алғаш рет үзілді-кесілді күрес ашты. Мұнайды өндіру және өңдеу мәселелерін өндірістік талаптарға сай жолға қою үшін ең алдымен Ресейде кеңінен орын алып отырған керітартпа жүйені, яғни мұнай кәсіпшіліктерін бір жожадан екінші жожаға мұнай сатуға негізделген "откуп" деп аталатын жүйені түп-тамырымен жою қажеттілігін дәлелдеді. Патшалық Ресей бұл мәселенің көкейтесті мәселе екендігін түсінген сыңайлы, өйткені 1872 жылы патша үкіметі аталған жүйені іс-тәжірибеден аластау туралы арнаулы жарлық шығарды.

"Откуп" жүйесі жойылуына байланысты, мұнай кәсіпшіліктері көптеген келеңсіздіктерден арылды, алайда бұл іс-шара мұнай өндіруге байланысты туындайтын алуан түрлі проблемаларды бірден шешіп бере алмады. Бұл орайдағы басты проблема – мұнай өндірісінің ешқандай да ғылыми негізі болмағандығы еді. Мұнай ұңғымаларын тіктеу орнын анықтаудың ғылыми негізі болмағандықтан олар бей-берекетсіз орыналастырылатын, ұңғыма орнатылар нүктелер жоғарыда сөз болған "ізшілердің" ұсыныстарына ғана сүйенетін. Осылайша орнатылған ұңғымалардан сирегірек болса да мұнай көзі ашыла қалған жағдайда, одан мұнай өндіру әдістері ешбір сын көтермейтін: ең өнімді қойнауқаттар ғана игерілетін және бұл процесс ешбір технологиялық шешімдерге негізделмегендіктен, оны өндіру ісі бей-берекетсіз сипат алатын, өнімнің айтарлықтай бөлігі ысырапқа ұшырай отырып, төгілген-шашылған мұнай тамшыларынан кәсіпшілік ауданы зардап шегетін. Д.И.Менделеев осы келеңсіз жайттардың түп-төркіні мен себеп-салдарын жақсы түсінді, ұлттық байлықтың орынсыз ысырап болып жатқанына жаны ашып, шын патриотқа тән сезіммен патша үкіметіне, сондай-ақ мұнай кәсіпшіліктерінің алпауыт қожаларына арнаулы жолдау-хаттар жөнелтті.

Бұл жолдауда ол мұнай кәсіпшіліктеріндегі көптеген кемшіліктерді көрсете келе, мұнай өндіру жұмысын жолға қою үшін ең алдымен мұнай шоғырланған жер қойнауының құрылыс ерекшеліктерін, кеннің табиғи орналасу заңдылықтарын бағдарлы зерттейтін арнаулы ғылыми жұмыстар жүргізілуі қажеттігін, мұндай жұмыстар жүргізуге қабілетті мамандардың да жеткіліксіз екендігін атап көрсетті. Бірақ патша үкіметі ғалымның бұл ұсыныстарына жеткілікті деңгейде көңіл бөлмеді, сондықтан мұнай өндіру жұмысы ешбір ғылыми негізсіз, бір орыннан басқару шаралары да жолға қойылмай бұрынғыша жүргізіле берді.

Солай бола тұрса да, Ресей империясында мұнай кәсіпшіліктері қалыптаса бастаған кезден бастап-ақ мұнай кендері ашылған аймақтардың өзіндік ерекшеліктерін, яғни мұнай мен оны кіріктіруші таужыныс қабаттары арасындағы байланыстарды дұрыс түсінуге деген тұмса талпыныс мүлдем болмады деп мәлімдеу қате болған болар еді. Мәселен, 1827 жылдың өзінде-ақ инженер Н.И.Восковойников Баку маңындағы мұнай кендері орналасқан аймақтың геологиялық ерекшеліктері жайлы еңбегін жариялады, ал 1861 жылы Г.Б. Абиx осы өңірдің геологиялық картасын құрастырды.

Мұнай мен газ, өзге де пайдалы қазба кенорындарының геологиясын бағдарлы түрде зерттеуде, сөйтіп жер қыртысының қабаттары мен кен байлықтардың арасындағы өзіндік байланыстар құпиясын танып-білуде Ресейде 1882 жылы құрылған Геологиялық комитеттің рөлі орасан зор. Алғашқы кезде Патша үкіметінің бұл комитетке бөлген қаржысы өте аз болғандықтан, оның құрамына санаулы ғана мамандар топтастырылып, осының салдарынан геологиялық зерттеу жұмыстары шағын көлемде ғана жүргізілді. Мәселен, ұлан-байтақ Ресей ауқымында Геологиялық комитеттің геологиялық барлау жұмыстарымен айналысатын мүшелерінің саны тек қана 50 адамнан аспады. Солай бола тұрса да бұл комитеттің жүргізген зерттеу жұмыстарының мазмұны пәрменді де бағдарлы сипат алды, сөйтіп талай-талай табысты нәтижелер бере бастады. Мұнай мен газдың көптеген жаңа көздері ашылып, барлау жұмыстары бағдарлы да сапалы түрде жүргізіле бастады. Мұндай табыстар негізінен Геологиялық комитеттің басты мүшелері және алғашқы ұйымдастырушылары болып табылатын И.М.Губкин, Д.В. Голубятников, Н.И. Андрусов, Н.И. Ушейкин, А.П. Карпинский, Ф.Н. Ченышев, С.Н. Никитин сияқты атақты ғалым-геологтардың еселі еңбегі мен үлкен ұйымдастырушылық жұмыстарының нәтижесі еді.

XIX ғасырдың аяғы-XX ғасырдың басынан бастап Ресейдегі мұнай және газ геологиясы бағытындағы ғылыми зерттеулер мүлдем пәрменді сипатты иелене бастады. 1899 жылы Ф.Н.Чернышев Ухта ауданын зерттеп, мұнай мен газ кендерінің болашағын болжамдады. 1906-1915 жылдар аралығында К.И.Богданович, С.И.Чарноцкий, К.А.Прокопов

сияқты геологтар Кубань облысына тиесілі жер қыртысының геологиялық ерекшеліктерін зерттеді, Орталық Азия мен Қазақстан өңірлерінің мұнай мен газ байлықтарын В.Н.Вебер, К.П.Калицкий, С.И.Миронов, Н.К.Тихонович сияқты білікті ғалым-геологтар аша бастады. Қазақстан ауқымындағы Еділ мен Жайық бойының кен байлықтарын сол кездегі геологтар алғаш рет болжамдады деп мәлімдеуге толық негіз бар. Мәселен, жоғарыда аталған геологтар осы өңірдегі мұнай мен газ кенорындарының жер қойнауында орналасу заңдылықтарын саралай келе, олардың жер қыртысының әр түрлі күмбездері мен антиклин құрылымдарымен тығыз байланысты болатындығын дүние жүзі бойынша тұңғыш рет дәлелдеді.

Академик И.М.Губкиннің мұнай жөніндегі зерттеу жұмыстары әсіресе 1920 жылдардан кейін кең өріс ала бастады. И.М.Губкин барлау жұмыстарын жоспарлы түрде және ғылыми тұрғыдан ұйымдастыруда, әсіресе Әзербайжан республикасы, Ухта, Еділ бойы, Түрікмен, Қазақстан, Өзбекстан, Грузия, екінші Баку аудандары бойынша мәңгі есте қаларлықтай мұра қалдырды. И.М.Губкин жер қойнауының табиғи заңдылықтарын жете зерттеу нәтижесінде мұнай мен газ алаңшаларының балшықты жанартаулар қалыптасу құбылысымен байланыстылығын дәлелдеді, бұл жөнінде көптеген ғылыми еңбектер жазып, аталған байланыстың түп-тамырын анықтады. Өзінің "Еділ және Каспий алабының мұнайы" атаулы еңбегінде алғашқы рет мұнай кенорындары тұз күмбездерінің үстіңгі жағында ғана емес, олардың етек жақтарында да орналасуы мүмкін екендігін үлкен көрегенділікпен болжады. Ұлы ғалым сілтеген бұл болжам тұз күмбездерінің етектері өңірінде орналасқан жаңа мұнай алаңшаларының ашылуымен дәлелденіп, өмірге жолдама алды.

Біздің республикамыздың мұнай мен газ өнеркәсібі дамуының тарихы академик И.М.Губкиннің есімімен тығыз байланысты. Ол мұнай саласындағы ең маңызды болжамдардың иесі, мұнай-газ өнеркәсібінің шын мәніндегі ақсақалы да жолбасшысы болып саналуы тиіс.

2.2. Мұнайдың жаралу жолдары жайлы жорамалдар, болжамдар

Мұнай гректің "нафта" – "жарып шығарлық қабілеті бар" деген сөзінен шыққын. Жалпы алғанда, *мұнай* – сұйық каустобиолиттер тізбегіне жататын табиғи шикізат. Оның түсі қоңыр-қошқыл, ашық сары, жасылтым көкшіл, қара т.с.с түрлі түсті болып келеді. Генетикалық тұрғыдан алында мұнай шөгінді таужыныс қабаттарымен тығыз байланыста, сол таужыныстардағы әр түрлі органикалық зат қалдықтарының табиғи өзгерістерге ұшырауы нәтижесінде жаралған,

сөйтіп жер қыртысындағы өзінің жинақталуына қолайлы өңірлерде шоғырланған табиғи концентрат болып табылады.

Мұнай шоғырларының, яғни жатындарының шөгінді таужыныс қабаттары ауқымында, әртүрлі тереңдіктерде орналасатындығы белгілі. Алайда олар өздерінің алғаш жаралу орнында тұрақтап қалмайды деп есептелінеді, органикалық заттар есебінен мұнай тамшылары жинақталып, сұйықтарға немесе газдарға айналғаннан кейін-ақ бұл мейілінше жылжымалы субстанциялар қысымның аз жағына қарай, яғни жер қыртысының жоғарғы қабаттарына қарай жылыстауға (миграцияға ұшырауға), сөйтіп өзінің одан әрі жинақтала түсуіне ең қолайлы таужыныс қабаттарында – табиғи қорқоймаларда (резервуарларда) – бірте-бірте шоғырланбақ. Бұл тұжырымнан шығатын қорытынды – мұнай мен газдың жер қойнауындағы алғаш жаралу орны мен оның кенорын түрінде шоғырлану орны бір-біріне сәйкес келмейтіндігі, яғни кенорын мұнайдың жаралу орнынан үнемі жоғары орналасатындығы. Осы жайт мұнайдың жаралу тегін, яғни оның генезисін анықтау мәселесін мейілінше қиындатады.

Мұнайдың генезисі жөнінде негізінен екі түрлі ұстаным белгілі. Бірінші ұстаным мұнайдың жаралу тегін органикалық заттармен байланыстырса (А.Д.Архангельский, И.М.Губкин, В.В.Вебер, Н.Б.Вассоевич, П.Смит т.б.), екінші ұстаным мұнай бейорганикалық (органикалық емес) заттар есебінен, яғни химиялық элементтердің өзара әрекеттесуі нәтижесінде қалыптасқан деп есептейді (Н.А.Кудрявцев, П.Н.Крапоткин, В.Б.Порфирьев т.б.).

Аталған негізгі ұстанымдардың әрбіреуі, өз кезегінде, бірнеше бөлімшелерден тұрады. Мысалы, органикалық теория мұнайдың жәндіктер мен өсімдіктердің, яғни органикалық заттардың қалдықтары есебінен пайда болу мүмкіндігін дәлелдеуге тырысады. Ал органикалық емес теорияда мұнайдың жаралуы жер қойнауындағы элементтердің өзара химиялық реакцияға түсу мүмкіндігіне негізделеді (мұнай жаралуының карбидтік теориясы), бұл процесті жүзеге асыруда әртүрлі геологиялық процестердің (жанартаулар әрекеті), тіпті ғарыштық процестердің өзіндік әсері болу мүмкіндіктері де жоққа шығарылмайды.

Мұнайдың жаралуы жайлы жоғарыда сөз болған екі ұстанымның да жақтаушылары өз тұжырымдарын зертханалық зерттеу қорытындылары көмегімен дәлелдеуге тырысады.

Мұнай жаратылысының карбидтік теориясы (теория происхождения нефти карбидная) – мұнайдың жаратылысын судың көміртекті металдарға тигізер әсерімен түсіндіруге тырысатын жорамал. Бұл жорамал бойынша, мұнайдың жаралуы, мысалы,

төмендегі теңдеуге сәйкес өтуі мүмкін деп есептелінеді: $2\text{FeC} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{C}_2\text{O}_6$. Сөз болып отырған жорамалға сәйкес, су тамшылары жер қыртысына тән таужыныстардағы жарықтар мен жарықшақтар арқылы жылыстау барысында көміртекті металдармен байланысқа түседі де, осылайша қалыптасқан көмірсутекті газдар жоғары көтеріліп суынады, сөйтіп кеуекті таужыныс кеуектерін иемденген мұнай тамшыларына айналады-мыс. Геологиялық тұрғыдан да, геохимиялық тұрғыдан да дәлелденбеуіне байланысты қазіргі кезде бұл жорамалды жақтаушылар жоқтың қасы.

Бейорганикалық (органикалық емес) теорияның туындауы мен дамуы, дәлірек айтқанда органикалық емес заттар синтезі арқылы жасанды мұнай алу жолындағы зерттеу жұмыстары екі бағытта жүргізілді. Бірінші бағыт — қышқылдармен және көміртеппен металдарға әсер етуі арқылы, ал екінші бағыт — су мен металдардың арасындағы химиялық реакцияларды жүзеге асыру нәтижесінде жасанды көмірсутектер алу шараларымен орайласады.

Осы тұрғыдан алғанда, 1877-1878 жылдары Клез деген ғалым жүргізген тәжірибелер өте қызғылықты. Бұл тәжірибенің нәтижесінде құрамында 4 пайыз көміртек бар шойынға тұз немесе күкірт қышқылымен әсер ету арқылы сутек және мұнайға ұқсас көмірсутек алынған. Осыдан кейін аталған зерттеуші құрамында 38 пайыз марганец, 57 пайыз темір бар және көміртеппен байытылған ферманганға ыстық сумен әсер ету арқылы жүргізген реакциясының нәтижесінде де мұнайға ұқсас өнім алды, осылайша Клез өзі жүргізген тәжірибелер көмегімен бұрынырақ Бертолет және Биссон деген ғалымдар мәлімдеген "мұнай минералдық заттардан пайда болады-мыс" деген жорамалының шындыққа сәйкес болуы мүмкіндігін дәлелдеп берген еді. Осы сияқты көптеген органикалық емес заттармен жасалынған реакциялар нәтижесінде мұнай жаралуының бейорганикалық теориясының бірнеше нұсқалары пайда болды.

Мұнай жаралуының бейорганикалық теориясының негізін қалаушылардың бірі атақты химик Д.И.Менделеев болатын. Ол өзінің және Клездің 1877 жылы жүргізген тәжірибелерінің нәтижесіне сүйене отырып, өзінің "карбид теориясы" деп аталатын тың тұжырымдарын ұсынды. Бұл теориясының негізін түсіндіріп, оны дәлелдеу үшін Д.И.Менделеев "жердің ішкі заттарының құрамы көміртектің (карбидтің) белгілі бір мөлшерін кіріктіретін балқыған металдан (негізінен темірден) тұртын болуы тиіс" деген қорытындыға келді. Оның ойынша, "жер шарының балқыған металдардан тұратын ядросы (барисферасы) сыртынан жұқа қатты қабықпен (литосферамен) қапталған. Осы қабықтың ішкі өңірінде жұмсақ және сұйық массалар

бар, ал олардың аралықтарында көміртекті карбидті металдар бар. Жер кабаттарындағы таужаралу процесінен туындайтын қозғалыстар нәтижесінде пайда болған жарықтар арқылы карбидті металдарға су жетіп, олар өзара реакцияға түседі-мыс, осының нәтижесінде көмірсутек массалары (газдар) пайда болатын болады. Бұл газдар жердің жоғарғы кабаттарына көтеріліп салқындайды, сөйтіп конденсацияға түседі де, байырғы сұйыққа айналады. Осылайша мұнай шоғырлары пайда болады-мыс" деп пайымдады Д.И. Менделеев.

Бұл теория химиялық тұрғыдан қарағанда расынан да өте қарапайым және түсінікті. Дегенмен оның кемшіліктері де жоқ емес. Солардың ішіндегі ең басты кемшілігі – бейорганикалық жолмен, яки синтездеу арқылы алынған мұнайдың оптикалық белсенділігінің жоқтығы. Ал табиғатта кездесетін мұнайдың міндетті түрде оптикалық белсенділігі болады, яғни олар жарық сәулесінің полюстену жазықтығын көбінесе оңға қарай, кейде солға қарай бұруға қабілетті. Бейорганикалық заттар реакциясы нәтижесінде алынған мұнайда бұл қабілет мүлдем болмайтын болып шықты. Әңгімелеп отырған теориямыз бұл сәйкеспеушіліктің себеп-салдарын түсіндіруге дәрменсіз. Сонымен қатар, бұл теорияның, өзге де бейорганикалық теория нұсқалары сияқты, жалпы геологиялық, оның ішінде мұнай геологиясына қатысты көптеген тұжырымдарға кереғар келетін тұстары баршылық.

"Карбид теориясын" одан әрі дамыту жолындағы ғылыми зерттеу жұмыстары басқа да бейорганикалық теория нұсқаларының пайда болуына әкеліп соқтырды. Солардың бірі – Юджен Костың "жанартау теориясы". Бұл теория бойынша, сөнген және сөнбеген жанартаулардың астындағы жер қойнауында жатқан магма массаларында көмірсутек пайда болады-мыс. Магмадан бөлінген көмірсутекті газдар жердің жоғарғы кабаттарына жетіп салқындайды, сөйтіп сұйыққа айналатын болады. Осылайша мұнай шоғырлары қалыптасады-мыс. Ал "ғарыш теориясына" келер болсақ, оны 1892 жылы орыс геологы Н.А.Соколов ұсынған. Бұл тұжырымның негізінде кейбір жасынтастарда (метеориттерде) таушайыр (битум), ал кейбір кометалардың құрамында көмірсутек молекулаларының ұшырасу фактісі жатыр. Осы деректерді негізге ала отырып, Н.А.Соколов "жердің жұлдыздық даму сатысы кезінде-ақ оның газ кабатында көмірсутек әуел бастан-ақ болған" деп түйіндейді. "Жердің суынуына байланысты бұл көмірсутектер планета болмысна сіңіп балқыған. Жер әбден суынып қатайғаннан кейін, магманың суынуына байланысты, алғашқы газ қайтадан көтеріліп, сұйық затқа айнала

бастаған, мұның өзі жер қыртысының әртүрлі тереңдіктерінде мұнай шоғырларының пайда болуына мүмкіндік берген".

Барлық бейорганикалық теорияларға ортақ кемшілік – олардың ылғи да жорамалдарға сүйенетіндігі және геологиялық деректерге кереғар келетіндігі.

Ғалымдардың екінші тобы мұнайдың жаралуын геологиялық деректермен байланыстыра отырып зерттеуде. Мұндағы негізгі мақсат – органикалық заттар есебінен мұнай алу мүмкіндігін дәлелдеу болатын. Бұл тұрғыдан алғанда, 1888 жылы органикалық теорияның негізін қалаушылардың бірі Энглердің тәжірибелері ғажап нәтижелер берді. Ол тәжірибе үшін балықтың сұйық майын алып, оны Клездің аппаратында 10 атмосфера қысым, 400°C температура жағдайында айыру тәжірибесін өткізді. Осының нәтижесінде қою май, жанғыш газ, су, сұйық май және неше түрлі қышқылдар алынды. Пайда болған қою майды күкірт қышқылымен тазалап бейтараптандырғаннан кейін, осы массаны екінші рет айыру процесі жүзеге асырылды, сөйтіп балку температурасы 50° парафин және құрамында олефин, нафтен және хош иісті көмірсутектер бар май алынды. Бұл процесер нәтижесінде алынған өнімдердің химиялық құрамының бейорганикалық заттар есебінен алынған мұнай құрамынан айтарлықтай айырмашылығы бар еді. Энглер оларға "протопетрлеум" деген атау берді. Бұл орайдағы тағы бір маңызды мәселе – Энглер өзі ұйымдастырған тәжірибелерінің нәтижесінде алынған заттар құрамында көмір қалдықтарының ұшыраспағандығына айырықша мән берді, себебі өсімдік қалдықтарын химиялық айыру аппаратынан өткізген жағдайда қашан да көмір қалдықтары пайда болатын. Осы деректі негізге ала отырып және мұнай өндіретін алаңшаларда көмір қалдықтарының ешқашан да ұшыраспайтындығын ескере келе, Энглер "мұнайдың пайда болу процесінде негізгі зат тек қана жәндіктердің майы ғана болуы тиіс" деген қорытындыға келді.

1921 жылы жапон геологы Кобаяши балық майларын алюминий гидросиликаты қатынасқан қысымсыз айыру процесінен өткізіп жасанды мұнай алды. Бұл тәжірибе де мұнайдың жәндік қалдықтары есебінен қалыптасу мүмкіндігін растай түсті. Қорыта айтқанда, органикалық заттар есебінен жасанды мұнай алу тәжірибелері мұнай жаралуының органикалық теориясының негізін қалауға қажетті көптеген деректер берді. Бұл теорияның геологиялық зерттеу нәтижелерімен де тығыз байланыста тұжырымдалғандығын да айырықша атап өту орынды. Мысалы, Энглер мұнайдың жәндіктердің қалдығы есебінен пайда болуы туралы ұсынған өз теориясын

геологиялық мәліметтермен ұштастыра отырып, соңғы мәселемен арнайы айналысқан Ганс Геферманмен бірге дамытты.

Мұнай жаралуының органикалық теориясы мұнайдың қандай органикалық заттар есебінен жаралатындығы тұрғысынан жіктелене отырып, бірнеше түрлерге бөлінеді. Осы тұрғыдан алғанда, кітабымыздың бас жағында атап көрсеткеніміздей, бұл теорияның үш түрлі нұсқасы бар, оларды шартты түрде мұнай жаралуының "жәндіктер теориясы", "өсімдіктер теориясы" және "аралас теория" деп атайды.

Мұнайдың жәндіктер қалдығы есебінен пайда болуы жөніндегі теорияны "Энглер-Гефер теориясы" деп атауға да болады, бұл есімдер осы теорияның негізін қалаушылардың есімдері. Бұл теорияға сәйкес, мұнай өлген жәндіктердің (балықтардың, төмен сатылы организмдердің т.б.) майлары есебінен пайда болады деп есептеледі. Жәндік майларының мұнайға айналу процесі, жер қойнауында ұдайы өзгеріп отыратын қысым мен температура көрсеткіштеріне байланысты, кейде біршама тез, кейде мейілінше баяу сипатты иелене отырып, барлық геологиялық кезеңдер мен дәуірлерде де болған деп есептеледі.

Аталған теория жақтаушыларына ең алдымен қойылатын сұрақ - "қазіргі заманымызға белгілі көптеген мұнай қорларының пайда болуын қамтамасыз еткен жәндіктер қалдығы қашан және қалайша жинақталған?" деген сұрақ. Бұл сұраққа жауап беру барысында жәндіктер теориясының жақтаушылары, өз кезегінде, "Оксениус теориясы" деп аталатын болжамға сүйенеді. Бұл болжамға сәйкес, теңіздердің үлкен-үлкен бөліктері басты айдыннан оқшауланып қалған жағдайда онда бұрын тіршілік еткен жәндіктер жаңа жағдайға бейімделіп үлгермей, жаппай қырғынға ұшырайды. Мұндай мәлімдеме дұрыстығының мысалы ретінде Қарабұғазкөл қолтығына күзгі-қысқы ағымдармен тоғытылған балықтардың жаз айларында жаппай қырылуын алуға болады. Жәндіктердің жаппай қырғынға ұшырауының мысалы ретінде Н.И. Андрусов Қара теңіз түбіндегі "дрейсендид" атаулы теңіз жәндіктерінің бақалтастары жаппай ұшырасу фактісін келтіреді. Оның ойынша, қазіргі Қара теңіздің орнында бұрынырақ тұщы сулы үлкен көл болған. Еуропаны жаппай мұздықтар бүркеген кезеңде қазіргі Босфор арқылы Жерорта теңізінің ащы суы осы көлге құйылып, жаңадан қалыптасқан теңіз суының төменгі қабаттарының күкіртті сутекпен улануына, сөйтіп ондағы жәндіктердің жаппай қырғынға ұшырауына әкеліп соқтырған. Гефер өзінің ғылыми еңбектерінде теңіз жәндіктерінің жаппай қырылуы жайлы өзге де көптеген мысалдар келтіреді.

Бір ескеретін жайт, мұнайдың жаралуында балықтардың рөлін айырықша атаған жағдайда, олардың тек қана палеозой эрасының девон кезеңінен кейін ғана пайда болғандығын ескеру қажет. Міне сондықтан да, жер қыртысының девон кезеңінен ертерек түзілген таужыныс қабаттарында кездесетін мұнай шоғырларының пайда болуын "балық теориясымен" түсіндіруге ешқандай да мүмкіндік жоқ.

Жалпы алғанда, көптеген зерттеушілер, әсіресе геологтар "жәндіктер теориясы" химиялық тұрғыдан алғанда қаншалықты негізделген болса да, ол табиғатта кездесетін бүкіл мұнай тамшыларының жаралуын жан-жақты түсіндіріп бере алмайды деген тұжырымға келіп отыр. Бұл орайда екі-үш басты-басты күманды атауға болар еді. Біріншіден, табиғатта теңіз жәндіктерінің әрдайым жаппай қырғынға ұшырап отыруы екіталай құбылыс. Екіншіден, мұнайдың жаралу процесінде теңіз жәндіктері бақалшаларының рөлі тіпті жоққа тән екендігі белгілі, яғни, тәжірибелер көрсеткеніндей, мұнай пайда болуы үшін олардың бақалшалары емес, жұмсақ денесі яки ішкі құрылысы қажет. Ол аз десеніз, жүргізілген зерттеулердің 99 пайызы қырылған теңіз жәндіктерінің денесі яғни ішкі құрылысы мұнайға айналып үлгергенше, оларды басқа жәндіктердің жеп қою мүмкіндігі әлдеқайда жоғары екендігін дәлелдейді. Үшіншіден, Крэгтің пікірі бойынша, Энглер мен Гефер тәжірибелері нәтижесінде алынған химиялық құрамы жағынан мұнайға толықтай сәйкесетін заттың жәндік майлары есебінен қалыптасқандығын дәлелдеу үшін осы реакциялар табиғатта бұрын-соңды жаппай етек алып отырған құбылыс деп түсіну қажет болады. Бірақ шын мәнінде мұндай реакциялар шектеулі мөлшерде және шағын көлемде ғана расынан да орын алуы ғажап емес, алайда олар кең көлемде және әлемдік масштабта үнемі көрініс беріп отыруы екіталай нәрсе.

"Өсімдік теориясы" жайлы қысқаша ғана мынаны айтуға болады. Қазір мұнай мен көмірдің екеуі де "таушайыр" ("битум") немесе "каустобиолит" деп аталатын бір ғана тізбекке жататындығы толық анықталып отыр ("каустобиолиттер" қазақ тілінде "жанғыш қазбалар" деген түсінікті білдіреді). Ұлы орыс ғалымы М.В.Ломоносовтың болжамына сәйкес, мұнай жер қойнауының таужыныс қабаттарындағы ыстық температураның әсерінен байырғы шымтезек есебінен пайда болған. Көмірдің де сол шымтезек есебінен, яғни бұрынғы өсімдіктердің қалдықтары есебінен пайда болатындығы ешбір күмән туғызбайды. Егер көмір өсімдіктер есебінен жаралатын болса, онымен тектес болып табылатын каустобиолиттің екінші тармағы мұнай неге өсімдіктер есебінен жаралмасқа? Осы сұраққа жауап іздеу бағытында талай-талай тәжірибелер жасалып, арнаулы зерттеулер жүргізілді.

Десек те, бұл мәселе әлі де болса біржақты шешіле қойған жоқ. Жалпы алғанда, мұнай жаралуының "өсімдік теориясы" да жоққа шығарылмайды, ол да, "жәндіктер теориясы" сияқты, бірнеше нұсқалардан құралады.

Мұнай жаралуының геолог-ғалымдар көбірек ден қоятын "аралас теориясына" келер болсақ, бұл теорияны кейде "сапропелдік теория" немесе "сапропелиттік теория" деп атайды, себебі, бұл теорияға сәйкес, мұнай сапропелдер есебінен жаралады деп есептеледі. Сапропелдің құрамында жәндіктердің де, өсімдіктердің де қалдықтары болатындығы дәлелденген мәселе, бұл теорияның "аралас теория" деп аталу себебі сондықтан.

Сапропель дегеніміз көмірсутектер тізбегіне жататын органикалық зат. Ол саяз көлдердің, әр түрлі тоғандар мен лагуналар сияқты ағынсыз су алаптарының түбінде қалыптасады. Мұндай көлдер мен көлшіктерде көкжасыл балдырлармен қатар түрлі-түрлі буынаықты жәндіктер, "планктон" деп аталатын төмен сатылы организмдер жаппай тіршілік етеді. Олар өлгеннен кейін балдырлардың, өзге де өсімдіктердің қалдықтарымен және су айдынына душар болған әртүрлі минералдық заттармен араласып су түбіне шөгеді, осылайша органикалық зат қалдықтарымен қаныққан саз қабаттары пайда болады. Сапропель дегеніміз, міне, осы заттар, грек тілінде "сапропель" сөзі "шіріген саз" деген түсінікті білдіреді ("сапрос" – шірік, "пелос" – саз).

"Аралас теорияны" кейде "Потонье теориясы" деп те атайды, себебі мұнай жаралуының негізі ретінде сапропелді бірінші атаған осы Патонье деген ғалым болатын.

Сапропелдер есебінен мұнай алу тәжірибесін алғаш жасап көргендердің бірі Н.Д.Зеленский деген ғалым. Бұл тәжірибеде ол Балқаш көлінің Алакөл қолтығынан алынған, құрамында 96% органикалық заты бар "балқашит" деп аталатын сапропелді Гольде аппаратында жоғары қысымсыз құрғақ айыру процесінен өткізді. Бұл тәжірибенің нәтижесінде сулы шайыр, кокс және газ алынды. Газдың құрамында метан, көміртек қышқылы, сутек және күкіртті сутек бар болып шықты. Шайырды судан тазартып, екінші рет айырудан өткізгенде меншікті салмағы $0,276 \text{ г/см}^3$ бензин және меншікті салмағы $0,794 \text{ г/см}^3$ керосин алынды. Осылайша Н.Д.Зелинский құрамында мұнайды өңдеу арқылы алынатын бірнеше түрлі бөлшектері (компоненттері) бар қоспаны зертханалық тәжірибе нәтижесінде алуға қол жеткізді. Н.Д.Зелинский тәжірибесінің қорытындысы бір ғана тұжырым жасауға мүмкіндік береді, ол –

"жәндіктер майына жатпайтын органикалық заттар есебінен де мұнай алуға болатындығы".

"Аралас теорияның" ("сапропель теориясының") дамуына Фишер, Шредер, Стадников, Штурм, Залозецкий, Уайт, Омелянский, Гинзбург-Карагичезе, И.М.Губкин сияқты ғалымдардың еңбектері үлкен рөл атқарды. Әсіресе И.М.Губкин еңбектерінің рөлі зор. Ол осы мәселеге қатысты деректерді үлкен ыждағаттылықпен жинақтай отырып, оларды ой елегінен өткізді, геологиялық және химиялық процестердің өзара байланыс мүмкіндіктерін саралады, сөйтіп "сапропель теориясын" одан әрі дамыта түсті.

"Аралас теория" қалған "теорияларға" қарағанда ұтымдырақ, ол геологиялық тұрғыдан да, химиялық тұрғыдан да көңілге қонымды және тәжірибелер нәтижесінде де тәуір дәлелденген. Солай бола тұрса да, бұл "теорияны" да қапысыз дәлелденген шындық деп есептеуге, ал мұнайдың жаралу тегін анықтау мәселесі әлі де болса толық шешілген мәселе деп мәлімдеуге болмайды. Ғалымдар бұл бағыттағы зерттеулерін әлі де болса жалғастыруда. Тек қана бір ескеретін мәселе – мұнай саласындағы мамандардың мұнай жаралуы негізін анықтаудағы "органикалық ұстанымды" "бейорганикалық ұстанымға" қарағанда көбірек қолдайтындығы.

2.3. Мұнай, газ кенорындарын іздеу және барлау кезеңдері

Мұнай-газ кенорындарын іздеу-барлау жұмыстары зерттеу аймағының жер қойнауында мұнай мен газ кенорындарының бар немесе жоқ екендігін анықтау, кенорын бар бола қалған жағдайда оны аршу, ашылған кенорынның қорын есептеу және оны өнеркәсіптік игерудің жобаларын жасақтау мақсаттарында жүргізіледі. Кенорындарды іздеу-барлау жұмыстары кешенді түрде жүргізіледі, яғни бұл жұмыстар геологиялық, геофизикалық және геохимиялық зерттеулердің бір-бірімен ұштастырыла жүргізілуін қажет етеді. Осы зерттеулер кешені аяқталғаннан кейін іздеу-барлау жұмыстарының ең ақырғы және өте маңызды бөлігі болып табылатын барлау ұңғымаларын бұрғылау жұмыстары басталады.

Мұнай-газ кенорындарын іздеу-барлау жұмыстары үш кезеңнен тұрады.

Бірінші кезеңде зерттеу аймағының жалпылама геологиялық картасы түсіріледі. Мұндай карталарды түсіру барысында әдетте жер бетін көмкеріп жатқан ең жас түзілімдер (төрттік түзілімдер – борпылдақ құмдар, құмайттар, саздар, саздақтар, әртүрлі қиыршық шөгінділер) шартты түрде сылынып тасталады да, карта бетінде сол

борпылдақ таужыныстар астында төселген түпнегіз таужыныстардың жер бетінен көрініс беру сипаты кескінделеді.

Екінші кезеңде картада көрсетілген зерттеу алаңшасының геологиялық құрылыс ерекшеліктерін, стратиграфиялық бөлімшелердің бір-бірімен астасу сипатын анықтау мақсатында карталау ұңғымалары мен құрылымдық ұңғымалар бұрғыланады. Карталау ұңғымаларынан алынған мәліметтерді негізге ала отырып, зерттеу аймағының нақтылы геологиялық картасы сызылады, бұл карта бетінде және оған қосымша ретінде міндетті түрде тұрғызылатын стратиграфиялық бағана мен әртүрлі қималарда таужыныс қабаттарының тереңдіктерде бір-бірімен астасу сипаттары мен таралу ауқымы арнаулы шартты белгілер көмегімен көрсетіледі. Стратиграфиялық бағанада бұрғылау ұңғымасы тесіп өткен таужыныс қабаттарының геологиялық көнелігі, қалыңдығы, литологиялық және гранулометрлік сипаттары, сол сияқты осы қабаттардан табылған организм қалдықтарының (фауна және флора қалдықтарының) латын тілінде өрнектелген атаулары көрсетіледі. Соңғы мәліметтер таужыныс қабатының геологиялық көнелігін анықтауға көмектеседі.

Іздеу жұмыстары табысты түрде аяқталып, кенорын ашыла қалған жағдайда, осы кенорын жайлы толығырақ мағұлмат жинақтау қажет болады. Осы мақсатты жүзеге асыру барысында құрылымдық ұңғымалар көмегімен алынған материалдар негізінде кенорынның жер қойнауларында орналасуының құрылымдық ерекшеліктерін, оның пішіні мен ауқымының өзіндік сипаттарын ашып көрсететін арнаулы ***құрылымдық карталар сериясы*** сызылады. Бұл құрылымдық карталар сериясы ұңғымалар тесіп өткен қабаттардың әртүрлі тереңдік деңгейлерін сипаттайды, яғни олар тереңдіктердегі әртүрлі арнаулы горизонттардың бедер ерекшеліктерін (ойлы-қырлылығын) изосызықтар (жарма сызықтар) арқылы кескіндейді.

Ашылған кенорынды толығырақ сипаттау, табылған кенорын ауқымындағы мұнай-газ қорының келелі екендігін, сондықтан ұңғымалар бұрғылау жұмыстарын одан әрі жалғастыру қажеттілігін дәлелдеу мақсатында іздеу жұмыстарының осы екінші сатысы барысында арнаулы геофизикалық және геохимиялық зерттеулер жүргізіледі.

Зерттеудің екінші кезеңіне жоспарланған жұмыстар тамамдалғаннан кейін іздеу-барлау жұмыстарының ***үшінші кезеңі*** басталады. Бұл кезеңді ашылған кенорынды барлау кезеңі деп атауға болады, яғни ол іздеу жұмыстары барысында бұрғыланған ұңғымалардан нақтылы мұнай-газ өнімдері алынған жағдайда ғана жүргізілетін болады. Бұл кезеңдегі негізгі жұмыстар барлау

ұңғымаларын бұрғылау болып табылады. Барлау ұңғымалары екінші кезең жұмыстары нәтижесінде сызылған құрылымдық карталардың мәліметтеріне негізделеді, яғни барлау ұңғымаларын орналастыру нүктелері осы карталарды саралау нәтижесінде анықталады. Барлау ұңғымаларынан алынған мәліметтер өнімді горизонттарды шектемелеуге (контурлауға) мүмкіндік береді, осы мәліметтер негізінде кенорынның жалпылама ауқымы, мұнайлы-газды горизонттардың қалыңдығы, су-мұнай, газ-мұнай және газ-су жапсарлары анықталады.

Кенорынның мөлшері мен қорына қатысты маңызды мағұлыматтар алынып біткеннен кейін оны барлау сатысы аяқталды деп есептеледі. Келесі негізгі мақсат – кенорынды игеру. Бұл мақсатты жүзеге асыру үшін игерім ұңғымалары бұрғыланады. Игерім ұңғымалары деген түсінік ұңғымалардың арнаулы төрт түрін біріктіреді, олар – бағалау ұңғымалары, нақтылы игеру ұңғымалары, тоғыту ұңғымалары және қадағалау ұңғымалары. Игерім ұңғымаларын дұрыс орналастыруға қол жеткізу және кенорынды игеру шараларының реттілігін анықтау мақсатында ғылыми-зерттеу орталықтарында немесе жергілікті өндірістік зертханаларда арнаулы игеру жобалары жасакталады.

Мұнай-газ кенорындарын іздеу-барлау жұмыстары табысты болуы негізінен осы жұмыстардың екінші кезеңі барысында жүргізілетін арнаулы геофизикалық және геохимиялық зерттеу әдістерінің нәтижелі бағыттарын таңдап алуға және оларды тиімді түрде жүргізуге тығыз байланысты. Ендеше осы мәселеге қысқаша ғана тоқталып өтелік.

2.4. Мұнай-газ кенорындарын іздеу-барлау жұмыстары барысында жүргізілетін геофизикалық және геохимиялық зерттеу әдістері

Мұнай-газ геологиясында *геофизикалық зерттеу әдістерінің* барлық түрлері де пайдаланылады, алайда олардың тиімділік дәрежесі түрліше болып келеді. Мәселен, сейсмикалық зерттеулер мұнай-газ геологиясы саласында міндетті түрде қолданылады, электрлік және гравитациялық барлау шаралары да жиі қолданылады, ал магниттік барлау жұмыстары қажетті деп табылған жағдайда ғана арақідік қана жүргізіледі.

Сейсмикалық барлау (сейсmobарлау) дегеніміз жер қойнауының әртүрлі тереңдіктерінде жасанды түрде тудырылған жарылыстар мен соққылар әсерінен туындаған сейсмикалық яки серпінді толқындардың

таужыныстардың қатқабаттары қимасынан өту ерекшеліктерін саралауға негізделген геофизикалық барлау әдісі. Жер қыртысының нақтылы нүктесінде туындаған серпінді толқындар барлық бағытта бірдей таралатыны белгілі. Таужыныс қатқабаттарының әртүрлі деңгейлеріндегі түрлі-түрлі табиғи жапсарлардан (тығыздығы жоғары және тығыздығы төмен қабаттардың жапсарласу жазықтықтарынан) шағылған және сынған толқындар жер бетіне қайтып оралады да әр жерде орналастырылған сейсмикалық станцияларда тіркеліп отырады. Толқындардың таралу жылдамдықтарын өлшеу және тербеліс сипаттарын саралау нәтижесінде серпінді толқындар шағылған немесе сынған деңгейлердің тереңдігі мен геологиялық пішін ерекшеліктері, сол сияқты толқын кесіп өткен бүкіл қиманы құрайтын таужыныстардың құрамы мен олардың мұнай-газ жатындарын кіріктіру мүмкіндігі жайлы өте маңызды деректерді алу мүмкіндігі жүзеге асады.

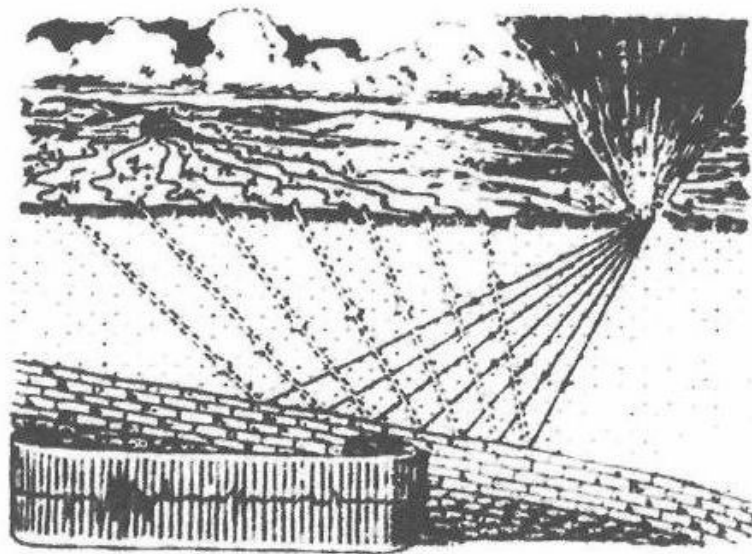
Мұнай-газ геологиясы саласында сейсмикалық барлау жұмыстарын жүргізу үшін белгілі бір қашықтықта арнаулы шұңқырлар қазылып, олардың ішіне тоқтың әсерімен жарылатын оқ-дәрілер салынады, соларды жару нәтижесінде сейсмикалық толқындар туындатылады. Осылайша жасанды түрде туындатылған сейсмикалық толқындар таужыныстардың әртүрлі қабаттары қимасынан түрліше жылдамдықпен өтетін болады, яғни серпінді толқындар қатты яғни тығыз таужыныстар арқылы жылдамырақ қозғалады да, босаң таужыныстар арқылы баяу қозғалады. Тығыздығы әртүрлі таужыныс қабаттарының жапсарласу жазықтықтарында шағылған және сынған толқындар пайда болады (*2.2-сурет*), бұлар сейсмографтарда тіркеліп отырады. Міне, осы тіркелген мәліметтерді саралау нәтижесінде зерттелген аймақ қимасының болмыс-бітімі анықталады, мұнай-газ жатындарын кіріктіруі мүмкін деңгейлер нақтыланып, арнаулы карталар дайындалады.

Геофизиканың сейсмикалық зерттеу әдістерін мұнай-газ геологиясында пайдалануды алғаш қолданғандардың бірі орыс ғалымы Г.А.Гамбурцев болатын. Содан бері бұл әдіс мұнай-газ геологиясында табысты түрде үнемі қолданылып келеді.

Электрлік барлау (электрбарлау) әдісі – жер қойнауларында табиғи немесе жасанды түрде туындатылған тұрақты немесе өзгермелі электрлік (электрлік-магниттік) зерттеулерге негізделген геофизикалық зерттеу әдістерінің бірі. Бұл әдіс көмегімен таужыныстар мен пайдалы қазбаларды олардың электрлік қабілеттеріне (электрлік кедергі, диэлектрлік өткізгіштік, т.с.с.) қарай жіктеу шаралары жүзеге асырылады. Таужыныстар өздерінің құрам

ерекшеліктеріне немесе пайдалы қазбаны кіріктіру ерекшеліктеріне орай электрді өз бойынан түрліше өткізеді. Мысалы, граниттер, әктастар, сумен қаныққан құмтастар өз бойларынан электр тоғын біршама жақсы өткізсе, саздар, мұнаймен қаныққан құмдар т.с.с. өте нашар өткізеді. Олай болса, тереңдіктердегі таужыныс қабаттарының электрлік кедергісі мөлшерінің өзгеру сипатын саралау олардың өзара алмасу табиғатын шамалап болса да анықтауға мүмкіндік береді.

Электрлік барлау жұмыстарын жүргізу үшін белгілі бір тораптар белгіленіп, сол тораптардың қилысу нүктелеріне темір қазықтар қағылады. Осы қазықтар арқылы жер қойнауларына электр тоғы жіберіледі және қазықтардың аралықтарына орнатылған арнаулы аспаптар көмегімен электр тоғының таужыныстардан қандай жылдамдықтармен өткендігін өлшеп отырады. Осылайша алынған мәліметтер негізінде қиманы құрайтын таужыныстардың болмыс-бітімі, олардың мұнай тамшыларымен және газ шоғырларымен қанығу дәрежесі болжамды түрде анықталады, сөйтіп арнаулы графикалық



2.2-сурет. Жер қыртысы кимасында сейсмикалық толқындар таралуының принциптік сұлбасы

материалдар – таужыныс қабаттарының болжамдық кималары мен кескіндері тұрғызылады.

Электрлік зерттеу әдістері бұрғыланған ұңғыма оқпаны тесіп өткен таужыныс қабаттары қимасын сараптауға да кеңінен қолданылады (электрлік каротаж әдісі). Ол үшін ұңғыманың оқпанына үш электродтан тұратын арнаулы жұмырсым (кабель) жіберіледі де төртінші электрод ұңғыма ернеуіне жақын жерге орнатылады. Осы электродтар арқылы тоқ жібере отырып, оқпан аршыған таужыныстар қимасының жай-жапсары зерттеледі, ол үшін электр тоғының таужыныс қабаттарынан өту сипатын арнайы таспаға үнемі тіркеп отыратын арнаулы аспаптардан алынған мәліметтер пайдаланылады. Мәселен, әртүрлі әктастардың, мұнаймен қаныққан құмтастардың электрлік кедергі көрсеткіші жапсарлас таужыныстармен салыстырғанда төмендеу болады, ендеше аталған таужыныс қабаттарын олармен жапсарлас таужыныстардан оқшаулау мүмкіндігі жүзеге асады.

Гравитациялық барлау (гравитарлау) әдісі – гравитациялық өрістің және оның жекелеген элементтерінің жер бетінде таралу ерекшеліктерін саралауға негізделген геофизикалық зерттеу әдістерінің бірі. Гравитациялық зерттеу нәтижелерін геологияда қолдану көбінесе ауырлық күші үдеуінің таралу заңдылықтарын саралау шараларына негізделген. Бұл әдіс жер қыртысының жекелеген аудандарының ішкі өңірлерінің өзіндік ерекшеліктерін анықтауға, геологиялық картаға түсіру шараларын табысты жүргізуге, пайдалы қазба кенорындарын іздеу және барлау жұмыстарына бағыт-бағдар сілтеуде қолданылады.

"Грави" латынша "салмақ" деген сөз, "метра" – "өлшеймін". Ендеше гравиметрия жер қойнауындағы таужыныстардың салмағын (тығыздығын, яки ауырлығын) өлшеуге негізделген. Гранит, базальт сияқты шомбал бітімді магмалық таужыныстардың тығыздығы (салмағы) мұнаймен немесе сумен қаныққан құмтастар тығыздығынан (салмағынан) әлдеқайда жоғары (ауырлау) болатындығы түсінікті. Ендеше осы айырмашылықтарды саралау мұнай-газ геологиясы саласында да оң нәтижелер беретіндігін топшылау қиын емес.

Зерттеу аймағын құрайтын таужыныстардың тығыздық көрсеткіштерін өлшеу төмендегі тәртіппен жүргізіледі. Ол үшін таужыныстың бір бөлігі кертіліп алынып, оның салмағы өлшенеді және көлемі анықталады. Таужыныстың *грамм* өлшемімен анықталған салмақ көрсеткіші оның *текше сантиметрмен* анықталған көлеміне бөлінеді, осылайша кертіліп алынған таужыныс үлгісінің тығыздығы анықталады. Алайда дала жұмыстарын жүргізу барысында зерттеу алаңшасын құрайтын бүкіл таужыныстар тығыздығын жоғарыда көрсетілген әдіспен анықтап отыру көп уақытты қажет етеді және

үлкен қолайсыздықтар туғызады. Сондықтан бұл міндетті тезірек те тиімді түрде атқару үшін әуелгі кезде "айналмалы таразы" деп аталатын құрылысы өте қарапайым аспап қолданылатын. Кейінірек "гравиметр" деп аталатын біршама жақсы жетілдірілген арнаулы аспаптар қолданыла бастады. Гравиметрлердің бірнеше модификациялары дүниеге келді, олар бірте-бірте жетіле түсті. Күрделі гравиметр аспабын жасап шығарғаны үшін П.П.Лукавченко деген оқымысты және геофизик-ғалым В.В.Федынский кезінде КСРО Мемлекеттік сыйлығын алған болатын. Қазіргі таңда гравиметрлер де сирек қолданылатын болды, себебі оларды "вариометр" деп аталатын мүлдем жаңа және мейілінше тиімді аспаптар алмастырды.

Магниттік барлау (магнитбарлау) әдісі– таужыныстар мен кендердің магниттік қасиеттерін зерттеуге негізделген геофизикалық зерттеу әдістерінің бірі. Магниттік қасиеті мүлдем жоқ денелер магнит тілшесіне мүлдем әсер етпейтіндігі белгілі. Азын-аулақ дәрежеде болса да магниттік қасиеті бар дене магнит тілшесін өзіне тартатындығы немесе, керісінше, өзінен итеретіні де белгілі жайт. Магнитбарлау әдісі осы заңдылыққа негізделген, себебі кез келген таужыныс құрамында өте аз мөлшерде болса да магнитті минералдар ұшырасады, олар сол таужыныста магниттік қасиет туындауына мүмкіндік береді. Таужыныстардың осы магниттілігін анықтау үшін өте сезімтал "магнит таразылары" пайдаланылады. Мұндай аспаптар "магнитометр" деп аталады. Дала жұмыстарын жүргізу барысында қолданылатын магнитометрлер белгіленген маршруттар бойынша қозғалу барысында сол маршрут бойына тиесілі таужыныстардың магниттік қасиеттерін автоматты түрде анықтап, таспаға жазып отырады. Осы жазбаларды саралау арқылы арнаулы магниттік карталар дайындалады. 1934 жылы орыс ғалымы А.А.Логачев ұшаққа орнатылған жылдам жазатын магнитометр ойлап шығарды, ол ұшақтың ұшып өткен жолының астындағы таужыныстардың магниттік қасиеттерін автоматты түрде анықтап отыруға және осы көрсеткіштерді арнаулы таспаға ұдайы тіркеп отыруға мүмкіндік береді. Мұндай магнитометрлерді қолдану арқылы ауқымды аймақтардың магниттілігін анықтау мүмкіндігі туды. Қазіргі кезде осы әдіс көмегімен алынған магниттік әуефототүсірімдер өндірісте жиі қолданылады.

Барлау ұңғымаларын бұрғылау барысында геофизикалық зерттеулердің *"каротаж"* деп аталатын арнаулы түрі де үнемі қолданылады. Каротажды кейде *"өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеу әдістері"* деп те атайды. *Каротаж* дегеніміз бұрғылау ұңғымасының оқпанында жүргізілетін геофизикалық зерттеулер жиынтығы.

Каротаждық зерттеулер төмендегі мәселелерді шешу мақсатында қолданылады: а) ұңғыма оқпанының қимасына тиесілі таужыныс қабаттарын жіктеу және оларды өз шендестерімен сәйкестіру; ә) ұңғыма оқпанының қимасына тән мұнайлы немесе газды горизонтты анықтау және барлау; б) жер қыртысы қойнауындағы әр түрлі қабаттардың орналасу тереңдігін, қалыңдығын, құрылыс ерекшеліктерін анықтау, басқа да маңызды геологиялық мәселелерді шешу. Таужыныстар мен пайдалы қазбалардың қандай физикалық қасиеттері сарапталатындығына орай, каротаж жұмыстары электрлік, радиоактивтік, магниттік, акустикалық т.с.с. каротаждар болып бірнеше түрлерге жіктеледі. Электрлік каротаждың қарапайым түрлерінің бірі жоғарыда сөз болды, сәлден кейін газдық каротаждың қарапайым түрлерінің бірі жайлы азын-аулақ мәлімет беретін боламыз.

Мұнай-газ кенорындарын іздеу-барлау жұмыстарын жүргізу барысында біршама жиі қолданылатын **геохимиялық зерттеу әдістерінің бірі газдық түсіру** деп аталады. Жер қойнауларында газ шоғырлары бар болған жағдайда олардың белгілі бір бөлігі жер бетіне шығуға тырысатындығы түсінікті. Алайда шоғыр үстіндегі таужыныстар қатқабаты бұл газдардың ешбір кідіріссіз бұрқақтауына яки ағымдануына мүмкіндік бермейді. Солай бола тұрса да, газдың азын-аулақ, тіпті өте болымсыз мөлшерлері (мәселен, газдың мынан бір пайызы ғана) жер бетінен де көрініс беретін болады. Осы мөлшерлердің өзін-ақ өте сезімтал приборлар көмегімен тап басып анықтау нәтижесінде оның астыңғы қабаттарында газ шоғырларының бар екендігін болжамдауға болады. Олай болса, **газдық түсіру** дегеніміз газдың жер қойнауындағы қалыптан жоғары концентрацияларын, яғни газ шоғырларын анықтау мақсатында газдық құрамбөліктердің (компоненттердің) жер қыртысының беткі қабатында таралу ерекшеліктерін зерттейтін далалық жұмыстар әдісі. Мәселен, метан газы мен оның гомологтарының жердің беткі қабатындағы таралу ерекшеліктерін зерттеу мұнай-газ кенорындарын газгеохимиялық әдіспен тікелей іздеу жұмыстарының негізі болып табылады. Бұл жағдайда газдық түсіру жұмыстары шағын-шағын тереңдіктерден табиғи газ сынамаларын (проба) алу, олардың құрамын сараптау және зерттелмек құрамбөліктердің аймақтық таралу мөлшерлерін карта бетіне түсіру шараларына саяды. Метанның және оның гомологтарының мөлшерлерін сараптау сезімталдығы 10^{-3} - 10^{-6} көлемдік пайызы шамасында болуы тиіс Гелийдің таралуын сараптайтын гелийлік түсіру газдық түсірудің жеке түрі болып табылады. Гелийлік түсіру әуелгі кезде радиоактивті металл кенорындарын іздеу әдісі ретінде қалыптасқан болатын, қазір ол

флюидтер ағымының молырақ мөлшерлерімен сипатталатын терең жарылымдарды тап басу мақсатында қолданылады. Мұнай-газ геологиясында жер қыртысындағы терең жарылымдарды анықтау да өте маңызды екендігін ескерсек, гелийлік түсіру шараларының да бұл саладағы рөлі ошарыла түседі.

1934 жылы инженер-геохимик М.И.Бальзаманов геохимиялық зерттеулерге негізделген *газдық каротаж әдісін* ойлап тапты. *Газдық каротаж* дегеніміз ұңғыма бұрғылау барысында таужыныстардан сазды ерітіндіге ("сазды ерітінді" немесе "бұрғылау ерітіндісі" дегеніміз ұңғыма бұрғылау барысында қолданылатын, яғни ұңғыма оқпанына жіберілетін "жуғыштау сұйығы") көмірсутекті газ мөлшерлерін өлшеу әдісі. Алынған нәтижелер газбен қаныққан қойнауқаттарды анықтауға, сөйтіп оларды арнайы сынамаалауға мүмкіндік береді. Ұңғыманы бұрғылау барысында оның оқпанынан тасбаған (көрсеткіш) алынған жағдайда, газдық каротаж жұмыстарын сол тасбағандарды зерттеу арқылы да жүргізуге болады. Газдық каротаж мәліметтері, яғни сазды ерітіндіге енген газ мөлшерлері таспаға жазылып отырады, осы жазбалар негізінде арнаулы диаграммалар тұрғызылады. Бұл диаграммалар бұрғыланған тереңдіктердің қандай деңгейлерінде табиғи газ шоғырларының бар екендігін көрсететін бірден-бір мәлімет көзі болып табылады, мұның өзі барлау жұмыстарының мейлінше нәтижелі болуына айтарлықтай септігін тигізеді.

2.5. Мұнай-газ кенорындарын барлаудың ұңғыма бұрғылау әдістері. Ұңғыма түрлері

Бұрғылау ұңғымасы дегеніміз мұнай, газ, конденсат қорларын іздеу, барлау және оларды өндіру, сол сияқты жер қойнауының әр түрлі тереңдіктерде орналасқан қабаттарын геологиялық зерттеу мақсатында арнаулы бұрғылау аспаптары көмегімен бұрғыланатын, ұзындығының диаметріне қатынасы өте мол мөлшерлермен сипатталатын цилиндр пішінді тау-кен қазындысы. Таужыныстарды тесіп өтетін (кесіп өтетін) аспап "бұрғылау қашауышы" (бутовое долото), немесе "бұрғылау қашауы" (бутовая коронка) деп аталады. Бұрғылау ұңғымасының жер бетіндегі басталу орны "ұңғыма ернеуі", түбі "ұңғыма оқпанының түбі", ал бүйір жазықтығы "ұңғыма жақтаулары" деп аталады. Бұрғылау ұңғымалары тік бағытта, тік бағыттан азды-көпті ауытқыған бағытта, ал мұнай геологиясында тіпті горизонталь бағытта да бұрғылануы ықтимал. Бұрғылау ұңғымасының тереңдігі кең аралықта өзгереді, бұл көрсеткіш ұңғыма бұрғылау жұмыстарының алдына қойылған мақсаттарға байланысты. Мұнай-газ геологиясы саласында бұрғыланатын ұңғымалар тереңдігі көбінесе

300-7000 метр аралығында болып келеді. Ұңғыма диаметрінің орташа мөлшері 250-500 мм аралығында болады. Ұңғымаға түсірілетін алғашқы құбыр "кондуктор" деп аталады, оның диаметрі осы бұрғылау ұңғымасы үшін ең үлкен мөлшермен сипатталады. Әдетте оқпаны тереңдеген сайын ұңғыма құбырларының диаметрі бірте-бірте кішірейтіле беріледі.

Кенорындарды бұрғылап барлау әдісінің басты мақсаты ұңғыма оқпаны тесіп өткен таужыныс қабаттары жөнінде неғұрлым көбірек мағұлмат алу, яғни сол таужыныстардың құрамын, құрылысын, құрылымын, физикалық және химиялық қасиеттерін зерттеу, сол сияқты қабаттардың қалыңдықтарын нақтылау болып табылады. Бұрғылау арқылы алынған деректер геологтарға жер қойнауының болмыс-бітімін саралауға, сөйтіп мұнай мен газ кенорындарын бағдарлы түрде іздеуге мүмкіндік береді. Ұңғыма оқпаны тесіп өткен таужыныс қабаттары жөнінде неғұрлым көбірек мағұлмат алу әртүрлі әдістер көмегімен жүзеге асырылады. Сондай әдістердің бірі – бұрғылауға пайдаланылған **сазды ерітінділерді** (бұларды кейде "бұрғылау ерітіндісі" немесе "жуғыштау сұйығы" деп те атайды) **зерттеу әдісі**. Ұңғыма оқпанына жіберілген сазды ерітінді сол оқпаннан кері шығарылғанда бұрғылау қашауының сол сәтте тесіп жатқан таужыныстардың үгінділерін ілестіре шығады, аталған әдіс осы үгінділерді жете зерттеуге негізделген. Үгінділерді микроскоп көмегімен зерттеу қашаудың қандай таужыныстарды уатып жатқандығы жайлы нақтылы мағұлмат береді. Жер қойнауындағы таужыныстар жайлы нақты деректер алудың біршама жиі қолданылатын екінші әдісі – **ұңғыма оқпанынан тасбағандар алу әдісі**. Бұрғылау тасбағаны (геологиялық әдебиетте бұл тасбаған "кern" деп аталады) дегеніміз құбырлы бұрғылау барысында бұрғылау оқпанынан арнаулы жабдықтар көмегімен көтеріліп алынатын таужыныстардың цилиндр пішінді бағаны. Осы тасбағаннан кертіліп алынған үлгілерді жан-жақты зерттеу жер қойнауы жайлы қажетті мағұлматтарды алуға көмектеседі. Бұрғылау барысында алынған тасбағандар ұзындығының ұңғыма тесіп өткен бүкіл қима қалыңдығына қатынасы (пайыз өлшемімен) "тасбаған шығымдылығы" деп аталады. Бұрғылау ұңғымасы тесіп өткен таужыныстар неғұрлым қатты да бірегей (тастақты) болса, тасбаған шығымы да солғұрлым жоғары болады. Борпылдақ таужыныстардан тасбаған алу мүмкіндігі жоққа тән. Міне, осы жағдайда, яғни бұрғылау қашауы тесіп өткен қима борпылдақ таужыныстардан құралған жағдайда, жер қойнауы жайлы мағұлматтар алудың үшінші әдісі – **оқпаннан грунтонос арқылы үлгілер алу әдісі** қолданылады. "Грунтонос" Г.С.Миронов,

Г.Н.Строицкий, К.И.Бондаренко деген инженерлер ойлап шығарған арнаулы аспап. Оның көмегімен оқпаннан үлгі алу әдісі тасбаған алу әдісінен өзгешелеу: біріншіден, үлгі оқпанның түбінен емес, жақтауынан (қабырғасынан) алынады, екіншіден, үлгі алу операциясы оқпан бұрғыланып біткеннен кейін жүргізіледі (тасбаған ұңғыманы бұрғылау барысында және ұңғыма түбіне дейінгі таужыныстардан алынады). Жоғарыда аталған әдістер таужыныс қабаттарының ұңғыма оқпаны тесіп өткен бүкіл қимасы жайлы мағұлматтармен қамтамасыз ете алмайды, сондықтан барлау ұңғымаларын бұрғылау барысында үнемі қолданылатын төртінші әдіс – *каротаждар жүргізу әдісі*, немесе "өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеу әдістері". Барлау ұңғымаларын бұрғылау барысында міндетті түрде қолданылатын каротаждар жүргізу әдістерінің бірі – электрлік каротаж. Электрлік каротаж көмегімен жазылып алынған диаграммаларды сараптау ұңғыма оқпанының қандай қабаттарды тесіп өткені, осы қабаттардың әртүрлі физикалық қасиеттері, мұнай және газ кенорындары қандай тереңдіктерде орналасқаны жайлы нақтылы мағұлматтар береді. Сондықтан электрлік каротаж бұрғыланған ұңғымалардың барлық түрлерінде де жүргізілетін ең негізгі барлау әдістерінің бірі болып табылады. Жоғарыда сөз болған газдық каротаж да өте маңызды. Мұнай және газ геологиясында табысты түрде қолданылатын тағы бір каротаждық әдістердің бірі – гамма-каротаж және нейтрондық гамма-каротаж. 1934 жылы мұнайшы-геофизиктер Г.В.Горшков, А.Н.Граммаков ұсынған бұл зерттеу әдістері ұңғыма оқпаны тесіп өткен таужыныстардың шашыранды гамма-сәулелер тудыру қарқындылығын, немесе олардың табиғи яки жасанды жасақталған радиоактивтілігі қарқындылығын өлшеуге негізделген. Гамма-каротаж әдістері әдетте электрлік каротажбен кешенді түрде жүргізіледі, себебі бұл каротаж деректерін салыстыра саралау оң нәтижелер береді.

Бұрғылау ұңғымаларын бұрғылау барысында, жоғарыда аталған басты-басты зерттеу әдістерімен бірге, бір топ қосалқы зерттеулер де жүргізіледі, олар – ұңғыма оқпанындағы температураларды өлшеу, ондағы таужыныстардың магниттік қасиеттерін зерттеу, мұнайдың, газдың, жерасты суларының құрамдарын анықтау, т.с.с.

Ұңғыма бұрғылауға пайдаланылатын жабдықтар (ұшына бұрғылау қашауышы немесе қашауы бекітілген штангалар, бұрғылау құбырлары) бір-біріне бұрандалар арқылы тізбектеліп жалғастырылады. Ұңғыма бұрғыланып біткеннен кейін негізінен өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеулер (каротаж) көмегімен мұнайдың, газдың, жерасты суларының орналасу деңгейлері анықталады. Осыдан кейін ұңғымаға игеру құбырлары түсіріледі, бұл құбырлар мен оқпан

жақтаулары арасындағы бос кеңістік цементтеледі, осылайша оқпан шегенделеді. Бұдан кейін мұнай немесе газ шоғырлары орналасқан деңгейлерге деп келген игеру құбырлары пулеметтік, немесе кумулятивтік "теспелегіштер" деп аталатын арнаулы аспаптар көмегімен теспеленеді (перфорацияланады). Теспелеу операциясы жер қойнауындағы мұнайлы, газды қойнауқаттардың көзін аша отырып, олардың бұрғылау ұңғымасы оқпанына ағып келуін қамтамасыз ету мақсатында жүргізіледі.

Қазақ жеріндегі мұнайдың алғашқы бұрқағы 1899 жылы Каспий маңы ойысы (синеклизасы) ауқымында орналасқан Жем (Ембі) өңіріндегі Қарашүңгіл деген жерден атқылағандығы белгілі, ал мұнайдың алғашқы өнеркәсіптік ағымы 1911 жылы Мақат кенорнынан алынды. Осы кезеңнен бастап республикамызда мұнай мен газ өндіру қарқыны жыл санап артып отырды, осыған сәйкес бұрғылау ұңғымаларының тереңдіктері де еселеп артты. Мәселен, 1970 жылы мұнай-газ ұңғымаларының орташа тереңдігі 700 метрге жетті. Каспий маңы ойысындағы мұнай жатындарының ең ірілері өте терең (тұзасты кешендерінде) орналасуына байланысты, сол 70-ші жылдары аса терең ұңғымалар бұрғылау қажеттілігі туындады. Осыған сәйкес, бүкіл Кеңестер Одағы бойынша алғашқы аса терең ұңғымалар қазақ жерінде бұрғыланды, олар – тереңдігі 6806 метр Аралсор, 6028 метр Биікжал аса терең ұңғымалары.

Мұнай, газ және конденсат кенорындарын геологиялық зерттеу, іздеу, барлау және игеру ұңғымалары өздерінің мақсат-мүдделеріне қарай бірнеше категорияларға жіктеленеді.

Тіректік ұңғымалар – жеткілікті зерттелмеген аумақ ауқымында сол өңірдің геологиялық қимасын, мұнай, газ, немесе конденсат жатындарын кіріктіруі мүмкін түзілімдердің (таужыныстардың) кеңістіктегі орналасу ерекшеліктерін анықтау, аймақтық гидрогеологиялық жағдаймен танысу, кенорындардың болжамдық қорын бағалау және мұнайға, газға, конденсатқа деген іздеу жұмыстарының бағыт-бағдарын белгілеу мақсаттарында бұрғыланатын терең бұрғылау ұңғымасы. Тіректік ұңғыманы бұрғылау барысында зерттелген аумақтың өзіне тиесілі бүкіл пайдалы қазбалардың барлық түрлеріне деген мүмкіндіктері жайлы мағұлматтар түгел жинақталуы тиіс.

Параметрлік ұңғымалар – мұнай, газ және конденсат жатындарын кіріктіруі мүмкін белдемдердің қойнаулық геологиялық құрылысын анықтау, аймақтық геология мәселелерін шешу және сейсмосбарлау параметрлерін анықтау мақсаттарында бұрғыланатын бұрғылау ұңғымалары.

Құрылымдық ұңғымалар – геологиялық іздеу мақсаттарын геофизикалық зерттеу әдістерімен шешу мәселесі қиындықтар туғызғанда, бұл әдістер өте жармсыз болған жағдайда, немесе экономикалық тұрғыдан тиімсіз болған жағдайда мұнайға, газға, конденсатқа деген мүмкіндіктері бар жергілікті құрылымдармен және тұтқыштармен сипатталатын алқаптар өңірін анықтау және іздеу-барлау ұңғымаларын дайындау мақсатында жасақталатын бұрғылау ұңғымасы. Құрылымдар мен тұтқыштарды тиянақты карталау мақсатында жүргізілетін зерттеулер барысында құрылымдық ұңғымалар белгілі бір танымал горизонттарға шейін бұрғыланады (әдетте 2000 м шамасындағы тереңдіктер). Күрделі геологиялық жағдайлармен сипатталатын аймақтарда құрылымдық ұңғымалар бұрғылау жұмыстары әдетте геофизикалық зерттеу әдістерімен кешенді түрде жүргізіледі.

Іздеу ұңғымалары – тыңғылықты жүргізілетін жұмыстар нәтижесінде іздеу бұрғыларын орыналастыруға дайындалған мұнайға, газға, конденсатқа деген мүмкіндіктері бар алаңшалардан жаңа кенорындарды, немесе бұрын ашылған және игеріліп жатқан кенорындар өңірінен мұнайдың, газдың, конденсаттың жаңа жатындарын іздеу мақсатында жасақталатын бұрғылау ұңғымасы. Іздеу ұңғымаларын бұрғылау барысында таужыныс үлгілерін, мұнай, газ, жерасты суы сынамаларын саралау арқылы болашақ кенорынның геологиялық қимасы түгелдей зерттеледі.

Барлау ұңғымалары – мұнайдың, газдың, конденсаттың барланған қорларын C_1 категориясы бойынша дайындау және кенорынды игеру жобасын (геологиялық-технологиялық нарядты) жасақтауға қажетті мәліметтерді алу мақсатында кенорындар мен жатындарды зерттеу шараларын жүзеге асыруға мүмкіндік беретін бұрғылау ұңғымалары. Барлау ұңғымалары мұнайдың, газдың, конденсаттың өнеркәсіптік қорлары бар екендігі дәлелденген және игеруге берілген кенорындар өңірінде ғана жасақталады. Барлау жұмыстарының нәтижелері мен әдістемелерін саралау барысында барлау ұңғымаларын түрлі-түрлі топтарға жіктеу мүмкіндігі жүзеге асады, бұл орайда олар өздерінің мақсат-мүддесі, кеңістіктегі орны, өнімділігі, т.с.с. белгілері тұрғысынан өнімді және өнімсіз ұңғымаларға, сыртқы шектеуіштік (законтурное) және ішкі шектеуіштік (внутриконтурное) ұңғымаларға, шектеуші және бағалаушы ұңғымаларға, т.с.с. түрлерге жіктеледі.

Игерім ұңғымалары – кенорындарды және мұнай, газ, конденсат жатындарын игеріп алуға қолданылатын бұрғылау ұңғымалары. Бұл категорияға жататын ұңғымалар, өздерінің нақтылы мақсат-мүдделеріне орай, бірнеше түрлерге жіктеледі, олар – "бағалау ұңғымалары", "нақтылы игеру ұңғымалары", "тоғыту ұңғымалары"

және "қадағалау ұңғымалары". *Бағалау ұңғымалары* – жекелеген өнімді аумақтардың шекараларын нақтылау және жатынды ұтымды игеру мәселелерін шешуде жекелеген бөлікшелердің игерілу дәрежесін анықтау мақсатында жасақталатын бұрғылау ұңғымалары. *Нақтылы игеру ұңғымалары* мұнайды, газды, конденсатты және олар кріктіретін өзге де құрамбөліктерді (компоненттерді) өндіріп алу мақсатын көздейді. *Тоғыту ұңғымалары* – қойнауқаттық қысымды тұрақты сақтау әдісі ретінде мұнай жатынының сыртқы шектеуіштік (законтурное) белдеміне су (газ) айдау, немесе мұнайды қосымша игеру әдісі ретінде мұнайлы аумақтың ішкі жүйесіне су айдау мақсатында қолданылатын бұрғылау ұңғымалары. Тоғыту ұңғымалары өнімді горизонттың мұнай беру коэффициентін жоғарлатады. *Қадағалау ұңғымалары* – ұңғыма оқпанындағы қойнауқаттық қысым мөлшерінің өзгерістерін дәйім қадағалап отыру нәтижесінде кенорынның игерілу барысын бақылау, бұл процесс барысындағы су-мұнай, газ-су және газ-мұнай жапсарлары деңгейлерінің өзгерістерін қадағалау мақсатында қолданылатын бұрғылау ұңғымалары.

Арнаулы ұңғымалар – әдейі жүргізілетін қосымша жұмыстарды (өнеркәсіптік суларды ағызып жіберу, мұнай мен газдың бұрқақтарын тоқтату, басты өндірісті сумен жабдықтау, газды жер астында сақтау, т.с.с.) жүзеге асыру мақсатында геологиялық барлау процесінің және мұнай, газ, конденсат кенорындарын игерудің қалыпты технологиясын қамтамасыз ететін бұрғылау ұңғымалары.

2.6. Бұрғылау түрлері және бұрғылау жарактары. Ұңғымадан тасбаған (кери) алу

Ұңғыма бұрғылау – бұрғылау ұңғымасының оқпанын жасақтау мақсатында жүргізілетін күрделі процесс. Бұрғылау барысында төмендегі басты-басты әрекеттер жүзеге асырылады: 1) бұрғылау сайманы көмегімен таужыныстардың тұтастығын бұзу арқылы ұңғыма оқпанын тереңдету; 2) бұрғыланып бөлшектенген яғни уатылған таужыныс түйіршіктерін ұңғыма оқпанынан аластау; 3) бірте-бірте тереңдей түскен ұңғыма оқпанын "шегендеу тізбектері" деп аталатын құбырлар жүйесі көмегімен бекіту; 4) ұңғыма оқпанынан алынған таужыныстарды зерттеу және мұнай-газ шоғырланған өнімді горизонттарды тап басу мақсатында геологиялық-геофизикалық жұмыстар кешенін жүргізу; 5) соңғы тізбекті, яғни кенорынды игеру тізбегін жобалы тереңдікке түсіру және цементтеу. Бұрғылау ұңғымасының тереңдігіне қарай ұңғыма бұрғылау процесі шартты түрде төрт түрге жіктеледі, олар: саяз бұрғылау – 1500 м-ге дейін; орташа тереңдікке дейін бұрғылау – 4500 м-ге дейін; терең бұрғылау – 6000 м-ге дейін; аса терең бұрғылау – 6000 м-ден астам.

Таужыныстардың тұтастығын бұзу сипатына қарай ұңғыма бұрғылау механикалық және механикалық емес бұрғылау болып екі түрге жіктеледі. Механикалық бұрғылауға жататындар – бұрғылау саймандарын айналдыру арқылы және соққылау арқылы бұрғылау тәсілдері. Бірінші жағдайда ұңғыма түбіндегі таужыныстар оларды уататын, яғни кесетін сайманның өз өсінен айналуы нәтижесінде тұтастығынан айрылса, екінші жағдайда бұл процесс аталған сайманның ұңғыма түбін соққылауы нәтижесінде жүзеге асады.

Айналмалы бұрғылау – ұңғыма оқпанындағы таужыныстардың тұтастығын бұзу процесі үнемі айналып тұратын бұрғылау қашауышы көмегімен кесу және қашауыш шеңбері бойымен уату нәтижесінде жүзеге асырылатын бұрғылау түрі. Таужыныстардың уатылған түйіршіктері ұдайы айналымға ұшырап тұратын сазды ерітінділер (жуғыштау сұйығы) ағымы көмегімен жер бетіне шығарылады. Айналмалы бұрғылау, өз кезегінде, роторлық, турбиналық, реактивті-турбиналық бұрғылау және электробұрғылар мен қалақты оқпан қозғалтқыштарын пайдаланып бұрғылау түрлеріне бөлінеді. Роторлық бұрғылау барысында бұрғылау сайманының өз өсінен айналуы жер бетінде орнатылған ротор көмегімен жүзеге асырылады. Айналмалы бұрғылаудың қалған тәсілдері "түптік қозғалтқыштар көмегімен бұрғылау" деп аталады, бұл жағдайда гидравликалық турбобұрғылар мен электробұрғылар ұңғыма оқпанында, қашауыштан сәл-пәл жоғары орналастырылған қозғалтқыштар көмегімен айналдырылады.

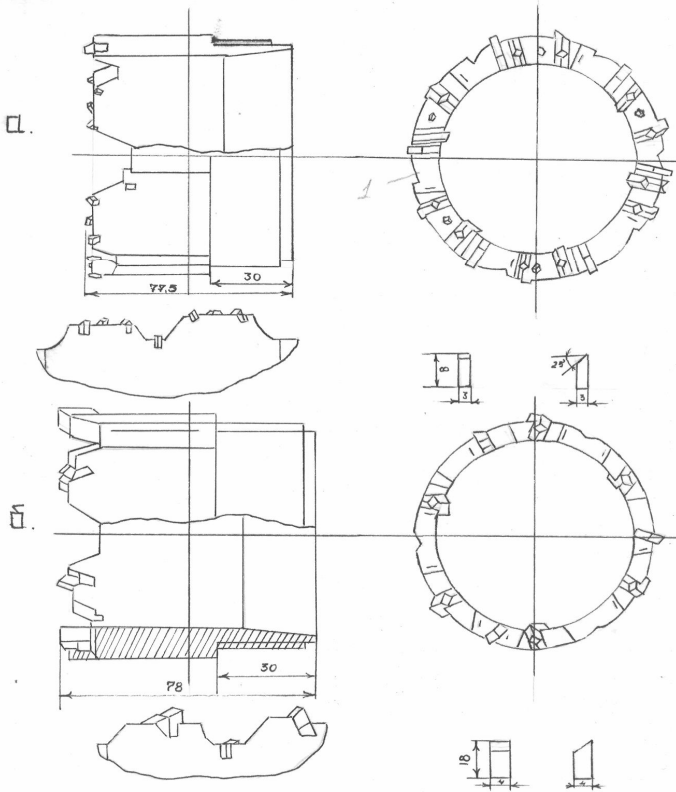
Ұңғыма түбін соққылай уату тәсілдері соққылай-бұрғыштау, соққылай-айналдыру және айналдыра-соққылау тәсілдеріне жіктеледі. Бұл әдістер соңғы 50 жылдан астам уақыт ішінде мұнай-газ өнеркәсібінде қолданылмайды десе де болады. Бұрғылаудың механикалық емес тәсілдеріне жататындар – термикалық, электрлік, гидравликалық бұрғылаулар және қопару арқылы бұрғылау. Бұл тәсілдер де мұнай-газ геологиясында пайдаланылмайды.

Мұнай, газ, конденсат кенорындарын барлау және игеру тәжірибесінде таужыныстардың тұтастығын бұзу сайманы ретінде бұрғылау қашауыштары мен бұрғылау қашаулары қолданылады. *Бұрғылау қашауышы* (долото буровое) – бұрғылау ұңғымасы оқпанындағы таужыныстардың тұтастығын механикалық тұрғыдан бұзу мақсатында қолданылатын құрал-сайман. Бұрғылау қашауыштары үш түрге бөлінеді: 1) ұңғыма оқпанының түбін тұтастай бұзатын қашауыштар; 2) оқпан түбін айналдыра бұрғылап, бұрғылау тасбағанының алуға мүмкіндік беретін қашауыштар, яғни бұрғылау қашаулары, 3) қосалқы қашаулар (найза тұрпатты қашауыштар, фрезерлер, колибраторлар, кеңейткіштер). Қашауыштардың бірінші түрінің көрнекті өкілдері – шарқашаулар. *Шарқашаулар* (шарошқалар) – жалпы пошымы шарға ұқсайтын, бір-біріне ілінісе айналатын бұдыр-

бұдыр бөлшектер жиынтығынан тұратын бұрғылау қашауышы. Шарқашаулар әдетте ұңғыма оқпанындағы таужыныстарды түгелімен уатады, алайда оларды оқпанның жиектері бойымен ғана уататын шарқашаулар да бар. Соңғы жағдайда олар құбырлық шарқашауыштар деп аталады, бұлар оқпаннан бұрғылау тасбағанын көтеріп алу мүмкіндігін қамтамасыз ете алады. Алайда тасбаған алуға жиірек қолданылатын қашауыш түрі бұрғылау қашаулары (коронка) деп аталады. *Бұрғылау қашауы* (коронка буровая) – бұрғылау қашауышының жеке түрі; бұрғылау тасбағандары (керн) алынатын геологиялық барлау ұңғымаларын бұрғылау барысында қолданылады. Бұрғылау құбырының ұшына бекітілген бұрғылау қашауы алмас, корунд тозандарымен, өзге де түрпілі (қатты) материалдармен қанықтырылады, бұл мейлінше берік те шымыр таужыныстарды кесіп өту үшін қажет.

Бұрғылау оқпанынан көтеріліп алынған бұрғылау тасбағаны (керн) бір топ сапалық көрсеткіштермен сипатталады, олардың бастылары – тасбағанның тұтастығы, оның диаметрі, тасбағанның жуғыштау сұйығымен (сазды ерітіндімен) шайылу және ластану дәрежесі. Тасбағанның тұтастығы "тасбаған шығымы" деген түсінікпен анықталатындығы жоғарыда айтылды. Ұңғыма оқпаны тесіп өткен таужыныс неғұрлым берік болса, тасбаған шығымы да солғұрлым жоғары болатындығы түсінікті. Тасбаған түрінде көтеріліп алынған таужыныстардың механикалық қасиеттерін, өзге де сипаттарын анықтау үшін тасбағанның диаметрі 60 мм-ден кем болмауы қажет. Тасбағанның жуғыштау сұйығымен шайылуы және ластануы қойнауқаттық сұйықтар мен таужыныстардың құрамын өзгертеді.

Бұрғылау қашауының сұлбасы *2.3-суретте* келтірілген. Бұрғылау тасбағанын алу жабдықтары бұрғылау қашауынан өзге де бір топ арнаулы саймандардың жиынтығын құрайды, олар – тасбағанның жиектерін үнемі кесіп отыратын қашау ұшынан және тасбағанды қабылдау, сақтау, жұлып алу және жоғары көтеру қызметтерін атқаратын құбырлық тізбектен, яғни тасбаған қабылдағыштан тұрады. Бұрғылау қашауы өз өсінен айналуы нәтижесінде тасбаған жиектері тілгіленіп отырады да, осылайша оқшауланған тасбаған оқпан тереңдеген саяйын құбыр ішіне бірте-бірте ене береді. Ішіне тасбаған енетін жасак "құбырлы жасак" деп аталады, ол корпуста және құбырдан тұрады. Құбырлы жасак корпусы қашаудың ұшын бұрғылау тізбегімен жалғастыру үшін, құбырды механикалық зақымдардан сақтау үшін және тасбаған мен құбыр арасындағы саңылау арқылы жіберілген жуғыштау сұйығын оқпан жақтауы мен құбыр арасындағы кеністік арқылы жоғары көтеру үшін қолданылады.



2.3- сурет. Айналмалы бұрғылау қашауыштарының сұлбалары
 А – SM-6 қашауышы; б – ST-2 қашауышы

Бұрғылау тасбағаны оқпан түбінен бұрғылау аспабын көтеру алдында жұлынып алынады да құбыр ішінде қашау конусымен бекітіледі. Мейлінше жұмсақ таужыныстардан тұратын тасбағанды көтерер алдында ұңғыма оқпанын шамамен 1 м-дей тереңдікке жуғыштау сұйығынсыз бұрғылайды, мұның өзі жұмсақ таужыныстың осы бөлігі құбыр ішіне тығындалуын қамтамасыз етеді. Берік және біршама берік таужыныстардан тасбаған алу барысында жуғыштау сұйығынсыз бұрғылауға болмайды, бұл апаттарға әкеліп соқтыруы мүмкін (бұрғылау аспабы шамадан тыс қызып кетуі мүмкін). Бұл жағдайда бұрғылау аспабын көтерер алдында оның ішіне тығындауыш материалдар жіберіледі. Тығындауыш материалдар ретінде әдетте

ұсатылған шыны немесе құм түйірлері пайдаланылады, қатты қысыммен айдалатын оларды жуғыштау сұйығының көмегімен төмен қарай нығыздап айдайды. Тығындауыш материал қашау қуысына жеткен сәтте жуғыштау сұйығының қысымы күрт көтеріледі, бұл материалдың мүдделі деңгейге жеткендігінің белгісі. Енді жуғыштау сұйығын айдайтын сорап қызметін тоқтатып, бұрғылау аспабын көтере бастау қажет. Ол үшін әуелі тасбағанды оқпан түбінен жұлып алу қажет болады. Бұл процесс "тасбағанжұлғыш" деп аталатын арнаулы аспап көмегімен жүзеге асырылады. Оның жұмыс істеу механизмі құбырға енген тасбағанның түпкі бөлігі мен аталған құбыр аралығына енгізілген "сынаның" атқаратын рөліне саяды. Түбінен осылайша "сыналанған" тасбаған бұрғылау аспабын жоғары көтеріп қалғанда түбінен үзіледі де, тасбаған құбыр ішінді оқшауланатын болады.

Жоғарыда атап көрсеткеніміздей, тасбаған алу процесі айналмалы бұрғылау нәтижесінде ғана жүзеге асады, мұндағы бұрғылау қашауышы рөлін көбінесе қатты материалдармен қанықтырылған бұрғылау қашаулары (коронка) атқарады. Тасбаған алуда шарқашаудың арнаулы түрлері пайдаланылуы мүмкін екендігі де жоғарыда айтылды; бұл жағдайда шарқашау оқпан диаметрін түгел уатпайды, құбыр жиектерін ғана уатып отырады, мұндай шарқашаулар төрт, алты, немесе сегіз "тісті" болып келеді. Турбиналық бұрғылау тәсілінде тасбаған КТДЗ және КТД-4 типті құбырлық турбоқашауыштар көмегімен алынады. Аталған турбоқашауыштар қуыс білікті турбобұрғы негізінде жасалған. Бұл жағдайда тасбаған тасымалдауыш ретінде алмалы-салмалы құбыр пайдаланылады, ол қуыс білік арқылы өтеді.

2.7. Бұрғылау ұңғымасының орнын белгілеу және бұрғылауға тапсыру

Бұрғылау ұңғымаларын жер бетінде орыналастыру сол ұңғымалардың атқаратын мақсат-мүдделеріне сәйкес жасақталған арнаулы торға сәйкес жүргізіледі, яғни кенорындарды барлау, шектемелеу, қадағалау, немесе мұнай-газ қорларын игеру ұңғымалары алдын-ала әдейі жасақталған **ұңғыма бұрғылау жобасына** сәйкес орналастырылады. Бұл үшін жұмыс жүргізлетін алаңшаның геологиялық картасы жан-жақты сараланады, сөйтіп ең жақсы нәтижелер беруі мүмкін бұрғылау нүктелері анықталады, осы нүктелер аталған карта бетіне түсіріледі. Осы сәттен бастап бұрғылау ұңғымаларын бұрғылауды жүзеге асыратын геологтар алдына арнаулы міндеттер қойылады, олар: 1) картада көрсетілген ұңғымалардың координаттарына сәйкес олардың жер бетіндегі орнын анықтау үшін топографтарға нұсқау беру; 2) бұрғылау мұнарасын орнату үшін

ұңғымалардың жер бетінде анықталған орындарын арнаулы акт бойынша бұрғышыларға тапсыру; 3) геологиялық-технологиялық наряд жасақтау.

Бұрғылау ұңғымаларының барлау немесе игерім алаңшасы бетінде орналастыру сұлбасы кәсіпорынға басшылық ететін бас басқарманың бас геологы тарапынан бекітіледі, сөйтіп арнаулы нұсқау дайындалады. Осы нұсқауға ұңғымалардың орны белгіленген топографиялық картаның көшірмесі қосымша ретінде тіркеледі. Бұрғылауға дереу әзірленуі тиіс ұңғымалар карта бетінде ерекше белгімен (мәселен, қызыл бояумен) көрсетіледі. Бұрғыланатын ұңғымалардың жер бетіндегі орындары сол жерлерге құбыр бөлшегін немесе әдейі дайындалған берік заттан жасалған қазық орнату арқылы белгіленеді де, осы белгілерге ұңғыманың нөмірі және бұрғылау орны анықталған уақыт жазылады. Осыдан кейін ұңғыманы орналастыруды жүзеге асырған жұмыстардың нәтижесіне сәйкес арнаулы акт жасалады.

Бұрғылау мұнарасын тұрғызар алдында бұрғылау нүктесінің координаттары, сол нүктедегі жер беті жазықтығының абсолюттік көрсеткіші (деңгейі) мен ротор столының биіктік деңгейі көрсетілуі тиіс. Ұңғыма бұрғыланып бітіп, мұнара өзге нүктеге көшірілгеннен кейін бұрғылау орнында қалдырылатын арнаулы белгінің жер бетінен есептегендегі биіктігі көрсетіледі.

Әрбір ұңғыманың жер бетіндегі орналасу нүктесі бұрғышыларға бұрғылау мұнарасын орнату алдында арнаулы актіге сәйкес жолданады.

Ұңғыма бұрғылау жобасын жасақтаудағы негізгі құжат – әрбір бұрғылау ұңғымасы үшін жеке-жеке дайындалатын **геологиялық-техникалық наряд (ГТН)**, оның сұлбасы *2.1-кестеде* келтірілген. Бұл құжатты геологтар мен бұрғышылар бірлесе отырып дайындайды, ол дайындалмай тұрып бұрғылау жұмыстарын бастап кетуге болмайды. Геологиялық-техникалық нарядта бұрғылау процесіне қатысты бүкіл геологиялық және техникалық-технологиялық жұмыстардың жоспары көрсетіледі. ГТН-мен бұрғылау бригадасының барлық мүшелері түгелдей танысуы тиіс, нарядта көрсетілген параметрлер мен талаптар ешбір өзгеріссіз орындалуы шарт. Осыған байланысты, ұңғыма бұрғыланар алдында бұрғылау бригадасының, инженерлер мен техниктердің, геологтардың қатынасуымен арнаулы нұсқау өткізіледі. Осы нұсқау барысында нақтыланған ГТН-да көрсетілген міндеттерді мүлтіксіз орындап шығу – бұрғылау жұмысна қатысты бүкіл мамандардың негізгі міндеті болып табылады.

Геологиялық-техникалық наряд бұрғылау жұмысының негізгі құжаттарының бірі, ол екі бөліктен – геологиялық және техникалық бөліктерден – тұрады. ГТН-нің геологиялық бөлігінде ұңғыма оқпаны тесіп

Геологиялық-технологиялық наряд

2.1-кесте

Кәсіпорын _____ Жобалық тереңдік _____
 Бөлікше _____
 Ұңғыма № _____ Жобалық горизонт _____
 Бұрғылау мақсаты _____
 Күтілетін дебит, $m^3/mәулік$, ($m/mәулік$) _____
 Бұрғылаудың басталуы _____ Бұрғылаудың аяқталуы _____
 Бұрғылау ұзақтығы _____ Бұрғылау жылдамдығы, $m/станок-ай$ _____

Геологиялық бөлім

1	Ұңғыма оқпанының тереңдігі, m	
2	Стратиграфиялық бағана	
3	Жобалық литологиялық кима	
4	Таужыныс қабаттарының жобалық еңістену бұрышы, $град.$	
5	Тасбаған және шлам алынған аралықтар, m	
6	Ұңғыма конструкциясы, саңылаусыздықты тексеру және суларды бітеу тәсілі, тесіктер саны, цементті көтеру деңгейі	
7	Қисаю деңгейін өлшеу тереңдігі, картаж, өзге де электрөлшем жұмыстары	
8	Мұнай-газ білінімдері күтілетін тереңдіктер аралығы, құлауы, сұйықтар жұтылып кетуі және ысырап болуы мүмкін, т.б. деңгейлер	
9	Сазды ерітінділер сапасы, сынамалар алу тереңдігі	
10	Таужыныстардың жобалық беріктігі	

Техникалық бөлім

11	Қашауыштың типі және мөлшері, соққылау саны, жоспарға сәйкес белгіленген механикалық жылдамдығы, $m/сек.$	
12	Ротордың бір минутта айналу саны, $айналым/мин.$	
13	Өстік жүктеме, t	
14	Сораптың өнімділігі ($л/сек.$), монометр көрсеткен ең жоғарғы қысым мөлшері, $атм.$	
15	Талдердің жабдықталу ерекшеліктері	
16	Бұрғылау жабдығын көтеру жылдамдығы, $m/сағ.$	
17	Бұрғылау тізбектерінің саны	
18	Бұрғылау тізбегін оқпанға түсірер алдындағы оны өңдеу және кеңейту аралықтары (m) және жылдамдығы ($m/сағ.$)	
19	Ескертпелер	

Нарядтың құрастырылу уақыты « _____ » _____ 20__ ж.

Бас басқарманың бас геологы _____ (Тегі, аты-жөні)

Бұрғылау кеңсесінің бас инженері _____ (Тегі, аты-жөні)

өткен қатқабаттардың стратиграфиялық бағанасы (жобалық және шын мәніндегі) мен литологиялық құрамы, қабаттардың қатпарлану дәрежесі жайлы деректер, сол сияқты тасбаған немесе шлам алынатын деңгейлер, ұңғыманың жалпылама конструкциясы, каротаж мәліметтері көрсетіледі. ГТН-нің техникалық бөлігінде ұңғыма оқпаны тесіп өткен таужыныстардың түрі және қаттылығы, бұрғылау қашауыштарының түрі, бұрғылаудың механикалық жылдамдығы, ротордың айналу жылдамдығы, ток күші, және өстік қысым мөлшері, бұрғылау жабдықтарын көтеру жылдамдығы, штангалардың (свечалардың) саны, т.б. қажетті деректер көрсетіледі.

Геологиялық-техникалық нарядта ұңғыма оқпаны тесіп өткен таужыныстар шартты белгілер көмегімен көрсетіліп, латын әріптерімен белгіленетін индекстері жазылады. Таужыныстардың бұрғылауға икемділігі тұрғысынан дараланған деңгейлер әртүрлі түстермен боялады: жұмсақ таужыныстар – сары түспен; қаттылығы орташа таужыныстар – көкшіл түспен; қатты таужыныстар – көк түспен; өте қатты таужыныстар – қызыл түспен.

Геологиялық-техникалық нарядтың соңғы жағына нарядтың құрастырылған датасы көрсетіліп, бас геолог пен бас бұрғылау инженерінің колдары қойылады.

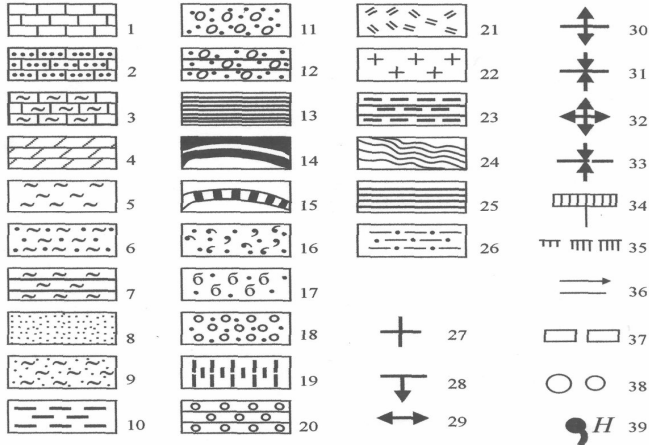
Ұңғыма оқпаны тесіп өткен таужыныс қабаттарының стратиграфиялық бағанасында, немесе бұрғылау ұңғымалары қойылған алаңшаның (ауданның) геологиялық картасының бетінде көрініс берген таужыныстар арнаулы шартты белгілермен көрсетіледі. Шартты белгілер әртүрлі аудандарда түрлі белгілер арқылы көрсетілуі мүмкін, алайда іс-тәжірибеде шөгінді таужыныстардың жалпылама геологиялық карталар бетінде белгіленетін шартты белгілері қолданылады. Осындай шартты белгілердің бір нұсқасы *2.4-суретте* келтірілген. Бұл шартты белгілерде жиі ұшырасатын шөгінді таужыныстардың шартты белгілерімен қатар, сол таужыныс қабаттарының құрылымдық ерекшеліктерін, яғни олардың деформациялану дәрежесін көрсететін белгілер де бар.

Ұңғыма бұрғылау барысында дайындалатын екінші маңызды құжат – *күнделікті рапорт* деп аталады (*2.2-кесте*). Бұл құжат та екі бөліктен тұрады, яғни рапорттың сол жағында техникалық ақпараттар, ал оң жағында геологиялық деректер келтіріледі.

Техникалық бөлікте келтірілетін ақпараттар мыналар:

- а) бұрғыланған күні; ә) ұңғыма оқпанының сол күнгі тереңдігі;
- б) қолданылған бұрғылау қашауыштарының түрі, өлшемдері; в) таза бұрғылануға ғана кеткен уақыт мөлшері (сағат өлшемімен);
- г) бұрғылаудың жылдамдығы (м/сағ.), ұңғыма оқпанының тереңдігі;
- ғ) бұрғылау оқпаны тесіп өткен сазды таужыныстардың тығыздығы, температурасы, тұтқырлығы; д) бұрғылау оқпаны құмды таужыныстарды тесіп өткен жағдайда, олардың құрам ерекшеліктері;
- е) бұрғылау құбырларының диаметрі, сазды ерітіндінің қосымша

реагенттері, т.с.с. көптеген деректер көрсетіледі. Күнделікті рапорттың геологиялық бөлігінде келтірілетін деректер: а) таужыныс қабаттарының еңістену бұрышы және осы мәлімет анықталған тереңдік көрсеткіші; ә) оқпанның бұрғылану тәсілі; б) оқпанның азимуты; в) тасбағандар мен шламдар алуға қатысты бүкіл мәліметтер; г) мұнай, газ, жерасты сулары жайлы мәліметтер.



2.4-сурет. Шөгінді таужыныстардың және кейбір құрылымдық элементтердің шартты белгілері
Шартты белгілер:

- 1 - әктастар; 2 жазу боры; 3 - әксаздар; 4 - доломиттер; 5 - саздар; 6 - саздақтар;
7 - сазды тақтатастар; 8 - құмдар; 9 - сазды құмдар; 10 - құмтастар;
11 - малтатастар (галечники); 12 - конгломераттар; 13 - тасшайырланған
(битумданған) тақтатастар; 14 - тас көмір; 15 - шымтезек; 16 - мұнаймен қаныққан
құмтас; 17 - газбен қаныққан құмтас; 18 - сумен қаныққан құмтас; 19 - гипс;
20 - ас тұзы (галиттер); 21 - жанартаулық туфтар; 22 - гнейстер; 23 - кристалдық
тақтатастар; 24 - сазды тақтатастар; 25 - мәрмәрлар; 26 - кварциттер;
27 - таужыныс қабаттарының жайпақ (горизонталь) астасуы белгісі;
28 - таужыныс қабаттарының еңістене астасуы белгісі; 29 - таужыныс
қабаттарының тік құлау белгісі; 30 - антиклин қатпар; 31 - синклин қатпар;
32 - күмбез тұрқылас қатпар; 33 - синклиннің өсі; 34 - лықсыма (сброс);
35 - жорамалданған лықсыма; 36 - ығыспа (сдвиг); 37 - шурфтар; 38 - бұрғыланып
жатқан ұңғыма; 39 - мұнай бұлағы (мұнайдың жер бетінде ашылу көзі)

Күнделікті рапорт

2.2-кесте

№ _____

Өндіріс ауданы (бөлікшесі) _____ Кәсіпорын _____

« _____ » _____ 20 ____ ж.

Техникалық бөлім

1	Бұрғылану күні		
2	Оқпан түбінің тереңдігі, м		
3	Үңгілеу (проходка)	бір тәуліктегі, м	
4		соққылау ұзақтығы, мин.	
5	Қашауыш жұмысы	қашауыштың типі және мөлшері, мм	
6		таза бұрғылауға жұмсалған уақыт, сағат	
7		бұрғылау жылдамдығы, м/сағат	
8		қашау мөлшері	
9	сынама алу тереңдігі, м		
10	Сазды таужыныстар	қаттылық күші	
11		тығыздығы	қабатқа ену сәтіндегі
12			қабаттан шығу сәтіндегі
13		температурасы, °	қабатқа ену сәтіндегі
14			қабаттан шығу сәтіндегі
15		тұтқырлығы, ПаС	қабатқа ену сәтіндегі
16	қабаттан шығу сәтіндегі		
17	саз құрамындағы құмның мөлшері, %		
18	Жуғыштау сұйығы	шығындалу мөлшері, %	қабатқа ену сәтіндегі
19			қабаттан шығу сәтіндегі
20		жалпылама берілу мөлшері, л/сағ.	
21		қысым көрсеткіші, Па	
22		сүзбелену мөлшері, см ³ /мин.	
23	реагент сұйықтар		
24	Игерім құбыры	түсірілу тереңдігі, м	
25		диаметрі, мм	
26		кабырғасының қалыңдығы, мм	
27	Ескертпе		

Геологиялық бөлім (кестенің жалғасы)

28	Өлшеу тереңдігі, м		
29	Қабаттың еңістену бұрышы, град.		
30	Өлшену тәсілі		
31	Қабаттың созылу азимуты, град.		
32	Қабаттың еңістену азимуты, град.		
33	Тасбаған (көрініс)	диаметрі, мм	
34		алыну тереңдігі (денгейі), м	
35		тасбаған шығымы, %	
36		литологиялық сипаттамасы, органикалық қалдықтар	
37		стратиграфиялық деңгейі	
38	таужыныс қабатының еңістену мөлшері, град		
39	Шлам	оқпан түбінің тереңдігі, м	
40		шлам қалыптасу тереңдігі, м	
41		қысқаша литологиялық сипаттамасы	
42	Мұнай, газ, су	білінімдерінің тереңдігі, м	
43		флюид көрсеткіштері	
44		өнім мөлшері, м ³ /тәулік (т/тәулік)	
45		қысқаша сипаттамалары	
46	Ескертпе		

Тарау бойынша бақылау сұрақтары

1. «Балшықты жанартаулар» дегеніміз не, олардың мөлшерлері қандай? «Грифон» немесе «сальза» дегеніміз не? Балшықты жанартаулардың мұнай кенорындарына қандай қатынасы бар?
2. «Ізашарлар» («следопыты») деп аталатын адамдар кімдер, олар қандай құпияларды игерген?
3. Орыс ғалымы Д.И.Менделеевтің сол кездегі патшалық Ресейдің мұнай өндірісіне қатысты ойларын атап шығыңыз.
4. Мұнайдың жаралуы, жылыстауы (миграциясы) және табиғи қорқоймаларға (резервуарларға) жинақталуы қалайша жүзеге асады?
5. Мұнай жаратылысының карбидтік телориясына сәйкес көмірсутектер жаралуының химиялық реакциясын жазыңыз.
6. Мұнайдың жаралуы жайлы 1877-78 жылдары Клез деген ғалым жүргізген тәжірибелер қандай еді?
7. Клез тәжірибелеріне сүйене отырып, Д.И.Менделеев жасақтаған «карбид теориясының басты-басты қағидалары қандай? Бұл теорияның басты кемшілігін атаңыз.
8. Мұнайдың органикалық заттар есебінен жаралу мүмкіндігін негіздеген Энглер (1888) және Кобаяши (1921) тәжірибелерінің мән-мағынасын айтып беріңіз.
9. Мұнай жаралуының «өсімдіктер теориясы» дегеніміз не?
10. Сапропелдер есебінен мұнай алудың Н.Д.Зеленский жасаған тәжірибесін сипаттап беріңіз. Бұл тәжірибе негізінде жасақталған мұнай жаралу теориясы қалай аталады?
11. Мұнай-газ кенорындарын іздеу-барлау жұмыстары неше кезеңнен тұрады? Оларды сипаттап беріңіз.
12. Сейсмикалық барлау (сейсmobарлау) жұмыстары қандай физикалық параметрлерді талдауға негізделген? Бұл жұмыстардың жүргізілу принципіні сипаттап беріңіз.
13. Электрлік барлау (электробарлау) дегеніміз не, бұл жұмыстарды жүргізу неге негізделген және олар қалай жүргізіледі?
14. Гравитациялық барлау (гравибарлау) жұмыстары қандай физикалық параметрлерді өлшеуге негізделген? Бұл жұмыстарды жүргізу принципіні сипаттап беріңіз.
15. Магниттік барлау (магнитбарлау) жұмыстарының мән-мағынасы неде, оларды жүргізу үшін қандай аспаптар қолданылады?
16. Геохимиялық зерттеулердің газдық әдісін қолдану қалайша жүзеге асырылады? Газдық каротаж жұмыстары неге негізделген?
17. Сазды ерітінділерді зерттеу әдісінің мұнай-газ геологиясында қолданылу мазмұнын сипаттаңыз.

18. Ұңғыма оқпанынан тасбағандар (керн) алу әдісінің мұнай-газ геологиясындағы рөлі қандай? Мұндай зерттеулердің мазмұнын және жүргізілу технологиясын айтып беріңіз.

19. Ұңғыма оқпанынан грунтонос арқылы үлгілер алу әдісі қандай жағдайда қолданылады? Бұл жұмыстар қалайша атқарылады?

20. Каротаждар жүргізу әдісінің мән-мағынасы неде, каротаждық зерттеулердің қандай түрлерін білесіз?

21. Ұңғыма оқпанын қосалқы зерттеулер тобына қандай зерттеулер жатады? Оларды сипаттап беріңіз.

22. Ұңғымалардың қандай түрлерін білесіз? Оларды атап шығыңыз және қысқаша сипаттаңыз.

23. Ұңғыма бұрғылау барысында жүзеге асырылатын басты-басты іс-әрекеттерді рет-ретімен сипаттап беріңіз.

24. Ұңғыма оқпанының тереңдіктеріне қарай ұңғымалар неше түрге жіктеледі, оларды атаңыз және сипаттаңыз.

25. Айналмалы бұрғылауды сипаттап беріңіз. Бұл бұрғылау түрінің өзіндік ерекшелігі қандай?

26. Бұрғылау қашауышы (долотосы) мен қашауы (коронкасы) туралы не білесіз? Олардың негізгі айырмашылығы неде?

27. Ұңғыма оқпанынан тасбағандар (керн) алу, оларды реттеу және хаттау процестерін рет-ретімен сипаттап беріңіз.

28. Ұңғыма оқпанынан тасбаған (керн) алу жабдықтары мен саймандары жайлы не білесіз?

29. Ұңғымаларды орналастыру нүктелері қандай құжат негізінде анықталады, олар қалайша орналастырылады?

30. Бұрғылау жұмыстарын үнемі қадағалап отыруы тиіс кәсіпшілік геологияна жүктелетін арнаулы міндеттер тізбегін атаңыз.

31. Геологиялық-техникалық наряд неше бөліктен тұрады, оларда қандай мәліметтер келтірілуі тиіс?

32. Күнделікті рапорт неше бөліктен тұрады, онда қандай мәліметтер келтірілуі тиіс?

3. ҰҢҒЫМА ОҚПАНЫ ҚИМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ ӘДІСТЕРІ

3.1. Ұңғыма бұрғылану барысын геологиялық бақылау

Ұңғыманың бұрғылану процесінде алынатын мағұлматтарды жинақтап отыру үшін геология бөлімінің қызметкерлері тиянақты түрде ұдайы бақылау жұмыстарын жүргізе отырып, бұрғылауға кесел келтіретін барша жағдайларды болдырмау шараларын дәйім жүзеге асырып отырады. Мұнымен қоса, геолог ГТН-да көрсетілген бүкіл шарттар мен нұсқаулардың ойдағыдай орындалуын қадағалап отырады. Ол үшін төмендегі іс-шаралар орындалуы тиіс:

1) ұңғыма оқпанында жүргізілетін өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеулердің (каротаждың) уақтылы және толық өткізілуін қадағалау;

2) жобаға сәйкес алдын ала белгіленген деңгейлерден тасбаған (керн) алынуын қадағалау;

3) ұңғыма оқпанының ұдайы таза болуын қадағалау, ол үшін бұрғылау ерітіндісінің (жуғыштау сұйығынын) сапалы болуын қамтамасыз ету, бұрғылау барысында апатқа ұшыратуы немесе өзге де кездейсоқ жағдайлар болып қалуы мүмкін деңгейлерді алдын ала болжамдап, бұл жайтты бұрғышыларға ескертіп отыру, олардан аталған келеңсіздіктерді болдырмауды қамтамасыз ететін іс-шараларды жүзеге асыруды талап ету;

4) инклинометр (оқпанның қисаю бұрышын өлшейтін аспап) көмегімен ұңғыма оқпанының тік бағыттан ауытқу бұрышын анықтау;

5) ұңғыма конструкциясының сақталуын қадағалау, өндіру тізбегінің ақаусыздығын қамтамсыз ету, яғни оқпан қысымының күрт төмендеп кету қаупін туғызуы мүмкін босаң тұстарды (тізбекте саңылаулардың қалып қоюын) болғызбау, қажет болған жағдайда, оқпанды бекіте түсу жайлы бұрғышыларға қосымша нұсқау беру;

6) өнімді қойнауқаттардың ұңғымамен аршылуы геологиялық-техникалық талаптарға сәйкес өтілуін бұрғышылардан талап ету, өнімді горизонттар тұсында жобалық аттыру шараларын жүзеге асыру, бүкіл ұңғыманы мұнай, газ, конденсат өндіруге дайындау;

7) мұнайлы және газды горизонттарды бүкіл талаптарға сай және жоғары дәрежелі технологиялық әдістер көмегімен зерттеп, дұрыс қорытындылар жасау, сөйтіп сынамалау шараларын жүзеге асыру.

Жоғарыда көрсетілген жұмыстарды қадағалаумен қатар, өндіріс геологының ең басты міндеттерінің бірі – бұрғылау ерітіндісінде байқалатын мұнай, газ, конденсат белгілерін уақтылы анықтап, оларды мұқият тексеру, алынған деректерді арнаулы құжаттарға енгізу және

мұнай-газ белгілері байқалған денгейлерден тасбаған алуды ұйымдастыру, бұл тасбағандарды қосымша зерттеуге зертханаларға жіберуді ұйымдастыру.

3.2. Бұрғылау ерітіндісінің сапасын қамтамасыз ету, ұңғыма оқпанын жуғыштап тазарту, бұрғылау қиындықтарымен күресу әдістері

Бұрғылау ерітіндісінің сапасы. Ұңғыма бұрғылау барысында бұрғылау ерітіндісінің сапалы болуын қамтамасыз етудің маңызы зор. Бұрғылау ерітіндісінің көмегінсіз бұрғылау жұмыстарын жүзеге асыру мүлдем мүмкін емес, бұл ерітінділер бұрғылау қашауышының оқпан түбіндегі таужыныстарды уатуына, уатылған түйірлердің жер бетіне шығарылуына, осылайша бұрғылау аспабының бірте-бірте тереңдей түсуіне жағдай жасайды. Бұрғылау ерітіндісі немесе жуғыштау сұйығы оқпан түбіне қуатты сораптар көмегімен үлкен қысыммен айдалып отырады, бұл сұйықтар бұрғылау қашауышының дамылсыз айналуы немесе оқпан түбін соққылауы барысында туындайтын ғаламат кернеулер кезінде қатты қызып кетпеуін, осылайша оқпан түбіндегі таужыныстарды тесу яғни кесу операциясының табысты өтуін қамтамасыз етіп қана қоймай, бұрғылау нәтижесінде пайда болған таужыныс үгінділерін жер бетіне алып шығуға мүмкіндік береді. Бұрғылау оқпаны мұнайлы-газды горизонтты аршыған жағдайда олардың бірден бұрқақтап кетуіне жол бермеу, ұңғыма оқпаны жақтауларының (қабырғаларының) жапырыла құлауын болдырмау үшін оларды уактылы шегендеу сияқты іс-шараларды жүзеге асыруда да бұрғылау ерітіндісінің рөлі зор. Сондықтан бұрғылау ерітіндісінің сапалы болуын қамтамасыз ету – жалпы бұрғылау жұмыстарының сапалы болуына бірден-бір жағдай туғызу деген сөз.

Бұрғылау ерітіндісінің қажетті сапасын қамтамасыз ету үшін ол төмендегі талаптарды орындауға жарарлықтай болып дайындалуы шарт:

1) бұрғылау ерітіндісі көбінесе байырғы саздардың судағы ерітіндісі түрінде дайындалатындықтан (сондықтан да оны кейде "сазды ерітінді" деп те атайды), ол ұңғыма оқпанының қабырғаларын жұқалап сылауға, сөйтіп оның осал тұстары опырыла құлап кетпеуін қамтамсыз етуге жарамды болуы тиіс;

2) бұрғылау ерітіндісі өзінің ерітінді қалпын ұдайы сақтауы, яғни ол тұнбаланбайтындай болып дайындалуы тиіс; ерітінді құрамындағы саз тозаңдары тұнбаланып, ерітінді құрамынан босанған су массалары жинауыш таужыныстардың қуыстары мен кеуектерін кептеп тастаған

жағдайда өнімді горизонттардағы жинауыштардың жинауыштық қабілеті кемиді, ал бұл, өз кезегінде, өнімнің азаюына әкеліп соқтыратын болады;

3) ұңғыма оқпанының жақтауларын (қабырғаларын) сылап тастаған саз қабыршағы мейлінше жабысқақ та жұқа бола тұрса да, ол өз бойынан флюидтерді (мұнай тамшылары мен газ массаларын) мүлдем өткізбеуі тиіс;

4) бұрғылау ерітіндісі ұңғыма оқпаны түбінде пайда болатын таужыныс үгінділерін тоғыта отырып, оларды жер бетіне дамылсыз алып шығуын қамтамасыз етуде бұл ерітінді өзінің біршама сұйық күйдегі ерітінді қалпын ұдайы сақтауы өте маңызды; ерітінді таужыныс тозандарымен шамадан тыс қоюланып кеткен жағдайда, оның аталған тозандарды жер бетіне шығару мүмкіндігі төмендеп қана қоймай, осы ерітіндінің жер бетінде үнемі ағымдануын қамтамасыз ететін арнаулы науа (желоб) бойына қайта-қайта кептеле беруі сияқты келеңсіз жайттар да туындауы ықтимал.

Бұрғылау ерітінділерін (жуғыштау сұйықтарын) дайындауға қойылатын осы талаптардың мүлтіксіз орындалуын қамтамасыз ету кәсіпорын геологтары мен бұрғышылардың негізгі міндеттерінің бір болып саналады.

Ұңғыма оқпанын жуғыштап тазарту. Бұрғылау сұйығының сапасы жоғарыда аталған шарттарды қанағаттандыруымен қатар оның ұңғыма оқпанына жіберілетін мөлшері де есептелуі тиіс. Бұл мөлшер оқпан қабырғаларынан және оқпан түбінен үгілген таужыныс тозандары мен кесекшелерін жоғарыға көтеріп шығуға толықтай жетерлік дәрежеде болуы тиіс. Бұл шарттың орындалмауы бір ұңғыма оқпанын бірнеше рет бұрғылау, немесе каротаж аспаптарының оқпан түбіне шейін жетуінің қиындауына байланысты осы өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеу әдістерінің жобаланған мөлшерде жүзеге асырылмауы сияқты келеңсіздіктерге алып келуі ғажап емес.

Бұрғылау ерітіндісінің қажетті сапасы (салмағы, суқайтарымдылық көрсеткіші, ерітіндінің тұрақтылығын сақтау мүмкіндігі, құм қосымшаларының мөлшері) және қажетті мөлшері үнемі қадағаланып отыруы тиіс, ол үшін алдын ала белгіленген ауысымдар (смена) барысында бұл көрсеткіштер оқтын-оқтын зерттеліп отырады. Мұндай зерттеулерді жүзеге асыру үшін әрбір бұрғылау ұңғымасы басында көшпелі зертхана орнатылуы, кем дегенде әрбір ұңғыма қажетті өлшеу аспаптарымен жеткілікті дәрежеде қамсыздандырылуы шарт.

Бұрғылау қиындықтарымен күресу әдістері. Ұңғыма бұрғылау барысында ірілі-ұсақты қиындықтар ұшырасып қалып отырады.

Бұлардың ішіндегі ең ауырлары және біршама жиі ұшырасатындары мыналар: а) бұрғылау ерітіндісі құрамындағы судың тұнбалануы нәтижесінде оның өнімді қатқабатқа сіңіп кетуі; ә) ұңғыма бұрғыланған алаңша ауқымындағы қойнауқаттық сулардың үлкен қысыммен жоғары атқылауы; б) ұңғыма оқпаны жақтауларының (қабырғаларының) опырыла құлауы; в) бұрғылау аспабының бұрғылау оқпанында тұтылып қалуы; г) қойнауқаттық қысым мөлшерінің кең аралықта ауытқуы, т.с.с.

Бұрғылау ерітіндісінің қойнау қабаттарына шамадан тыс сіңіп кетуі, сөйтіп оның ұңғыма оқпанындағы деңгейінің күрт төмендеуі көбінесе оқпан қысымы мөлшерінің қойнауқаттық қысым мөлшерінен артығырақ болып кетуінен пайда болады, ал мұндай жағдай көбінесе ұңғыма оқпаны жерасты жарықтарын кесіп өткен деңгейлерде туындайды. Бұрғылау ерітіндісі деңгейінің оқпан қимасында күрт төмендеп кетуі сол ерітіндінің қалыпты айналымы (циркуляциясы) болмай қалу қаупін туындатады, сөйтіп бүкіл бұрғылау жұмысына айтарлықтай кесел келтіреді. Бұл келеңсіздікті болдырмау үшін төмендегі арнаулы әдіс қолданылады: ерітінді шамадан тыс "жұтылып кетуі" мүмкін деңгейге 50-100 м-дей қалғанда бұрын қолданылып жатқан бұрғылау ерітіндісі салмағы аз, суқайтарымдылық көрсеткіші де төмен ерітіндімен алмастырылады, ол үшін әр түрлі арнаулы қоспалар пайдаланылады. Бұл әрекет те жеткілікті нәтиже бермеген жағдайда ұңғыма оқпанына аралық құбыр түсіріліп, ол арнаулы цементпен шегенделеді, осылайша ерітіндінің сіңіп кету орны ұңғыма оқпанынан аласталатын болады.

Бұрғылау ерітіндісінде мұнай мен газ белгілерінің пайда бола бастауы қуанарлық жайт, алайда осы мұнай немесе газ қоспасы бұрғылау ерітіндісінің салмағын жеңілдетіп жібереді, ал бұл жайт ұңғыма оқпанынан мұнай немесе газ бұрқағының кенет атқылауына, сөйтіп апатты жағдайдың туындауына әкеліп соқтыруы мүмкін. Мұнай мен газдың ашық бұрқағымен күресу үшін бұрғылау ерітіндісінің салмағын барынша ауырлатады, ол үшін ерітіндіге арнаулы реагенттер, яғни ауырлатқыштар қосылады, ал бұрғылау құбырының беті "превентор" деп аталатын арнайы жабдықпен көмкеріледі.

Ұңғыманы бұрғылау барысында оның оқпанының жақтауы (қабырғасы) опырыла құлауы, сөйтіп оның таужыныстар массасымен тығындалып қалу қаупі оқпан аршыған қимада болбыр таужыныстар қабаты ұшырасқан жағдайда туындауы мүмкін. Мұндай келеңсіз жайттар туындамауы үшін бұрғылау ерітіндісінің салмағын арттырады, оның суқайтарымдылық қабілетін кемітеді, әрбір нақтылы

ұңғыманың ерекшеліктеріне орай өзге де техникалық-технологиялық шаралар қолданылады.

3.3. Ұңғыма бұрғылау барысында ұңғыма оқпанынан тасбаған (керн) алу және оны зерттеу әдістері

Ұңғыма оқпанынан тасбаған (керн) алу үшін құбырлы бұрғылау әдісі қолданылады, осы құбырдың ұшына арнаулы құбырлық қашауыш бекітіледі. Осы қашауыш көмегімен оқпанның түбі сақинаға ұқсас дөңгелектене бұрғыланып, құбырдың ішіне осылайша енген таужыныстың цилиндр пішінді бағаны мезгіл-мезгіл жер бетіне көтеріліп тұрады. Бұл баған "тасбаған" ("керн") деп аталатындығы жоғарыда айтылды. Тасбаған өте бағалы ақпарат көзі болып табылады, себебі бұрғылау құбыры кесіп өткен таужыныс қабаттары қиамасының табиғи орналасу реті тасбаған түрінде бұзылмай тұтас көтеріледі, осылайша жер қойнауын құрайтын қатқабаттар жөнінде бәс жетпейтін материал алынады. Тасбаған көтеріліп алынғаннан кейін оны зерттеу жұмыстары басталады.

Тасбағандарды зерттер алдында оның сырты жуғыштау сұйығының жұғындыларынан тазартылып, ұңғыма оқпанынан шығарылған ретіне сәйкес алдын ала дайындалған тасбаған жәшігіне салынады. Егер тасбағанның кейбір тұстары сынған (жарылған) болса, немесе белгілі бір аралықтары мүлдем уатылып ұнтақталған болса, осы зақым шеккен тұстары бір-біріне түйістіріліп жәшікке салынады, алайда зақым шеккен тұстар қандай тереңдіктерге сәйкес келетіндігі ескеріледі. Тасбаған өз тұтастығын сақтамаған болса, яғни ол негізінен ұнтақтардан ғана құралған жағдайда (мұндай жағдай өте болбыр таужыныстарды бұрғылағанда болуы мүмкін), бұл ұнтақтар тасбаған жәшігіне таза қағазға оралып, астына мақта төселеліп салынады.

Тасбаған салынған жәшік арнаулы этикеткемен жабықталады, бұл этикеткада қара қарындашпен жазылған тасбаған жөніндегі мағұлмат келтіріледі. Этикетка екі дана болып дайындалады, оның біреуі жәшіктің бас жағына, екіншісі аяқ жағына қатты қағазға оралған күйде қыстырылады. Этикеткада мына мағұлматтар көрсетіледі: а) бұрғылау мекемесінің атауы; ә) бұрғылау бөлікшесінің немесе кенорынның атауы; б) ұңғыманың номері; в) оның алаңша ауқымындағы орны; г) тасбаған алынған уақыттың күні, айы және жылы; ғ) тасбағанның қандай тереңдіктерден алынғаны; д) нақтылы мауысымда көтеріліп алынған тасбағанның ұзындығы, метр өлшемімен; е) тасбағанның нөмірі; ж) тасбағанды құрайтын таужыныстардың литологиялық құрамы (рет-ретімен).

Бұрғылау жобасына сәйкес тасбаған алынуы тиіс деңгейлерден белгілі бір себептермен тасбаған алынбаған жағдайда, жоспарланған тасбаған қандай-қандай аралықтардан алынбай қалғандығы көрсетіліп, жәшікке қосымша этикетка орналастырылады.

Жоғарыда көрсетілген әрекеттер толығымен жүзеге асырылғаннан кейін тасбаған жәшігінің сыртына ұңғыманың нөмірі мен тасбаған алынған тереңдіктер аралығы кара бояумен анық етіп жазылады, осылайша хатталған әрбір тасбаған жәшігі кәсіпорынның геология бөліміне зерттеуге жөнелтіледі.

Қазіргі таңдағы құбырлы бұрғылау технологиясы тасбаған шығымы мөлшерін біршама жоғары дәрежеде қамтамасыз ете алады (*тасбаған шығымы* – алынған тасбаған ұзындығының сол тасбағанды алу үшін бұрғыланып өтілген тереңдікке қатынасы, пайыз өлшемімен). Әдетте тасбаған шығымы 40 %-дан 90 %-ға дейінгі аралықта ауытқиды, бұл көрсеткіш бұрғыланған таужыныстардың беріктігіне (қаттылығына) және қиманың тұтастығына тікелей тәуелді.

Бұрғыланған тереңдіктерді құрайтын таужыныстар қимасы борпылдақ та босаң (қатты емес) таужыныстардан тұрған жағдайда тасбаған алу мүмкіндігі күрт төмендейді, себебі борпылдақ таужыныс жуғыштау сұйығымен (бұрғылау ерітіндісімен) түгелге жуық шайылып кетуге бейім болады. Мұндай жағдайда бұрғыланған қима жөнінде азды-көпті мағұлматтар алу үшін "грунталғыш" деп аталатын арнаулы аспап пайдаланылады. Зерттеуге қажетті борпылдақ таужыныс үлгілері грунталғыш көмегімен бұрғылау оқпанының түбінен емес, оның жақтауларынан (қабырғасынан) алынады, бұл үлгі тасбаған сияқты тұтас тізбек құрамайды, нақтылы тереңдіктерді ғана сипаттайтын шағын ғана таужыныс массасын құрайтын болады. Грунталғыш көмегімен алынған үлгінің ұзындығы әдетте 70 мм-ден, ал диаметрі 30 мм-ден аспайды. Егер осылайша алынған үлгінің ұзындығы 10-20 мм-ден аспаса, бұл үлгіні зерттеу арқылы ол алынған таужыныс қабатының мұнайлылығы мен газдылығы, немесе оның кеуектілік көрсеткіштері жайлы нақтылы тұжырым жасау қиынға соғады. Жоғарыда келтірілген мөлшер, яғни 10-20 мм қалыңдық бұрғылау ерітіндісінің оқпан қабырғасын сылауы нәтижесінде қалыптасатын қабыршақ қалыңдығына тең мөлшер, сондықтан таужыныстың грунталғыш көмегімен алынған мұндай мөлшері оқпан қабырғасына тиесілі таужыныс жайлы белгілі бір тұжырым жасауға жеткіліксіз деп есептеледі.

Қорыта айтқанда, грунталғыш көмегімен оқпанның жақтауларынан (қабырғасынан) алынған үлгі өте болымсыз болады, мұндай үлгілер тасбаған сияқты мол мағұлмат бере алмайды. Алайда

грунталғыш көмегімен ұңғымадан үлгі алу тасбаған алу мүмкіндігі жоққа тән босаң таужыныстарды (күмдар, күмдактар, кейбір борпылдақ саздар т.с.с.) сипаттау үшін ғана жүзеге асырылатындығын тағы бір ескертеміз. Тағы бір ескеретін жайт – оқпан қимасы берік (қатты) таужыныстардан тұрған жағдайда, олардан грунталғыш көмегімен үлгі алу мүмкіндігі мүлдем жоқ, себебі грунталғыштың мұндай таужыныстарға "тісі батпайды".

Тасбаған алынатын аралықтар зерттеу алаңшасында бұрғылау ұңғымаларының топталу ерекшеліктеріне, бұрғылау жұмыстарына қойылатын талаптарға сәйкес әрбір ұңғыма үшін бөлек-бөлек белгіленеді. Бұл аралықтар бұрғылау жұмысын жобалау барысында әрбір ұңғыма үшін жоспарлы түрде белгіленеді, бұл жобаны айна-қатесіз орындау – бұрғылау жұмыстарының сәтті аяқталуының бірден-бір кепілдігі. Сондықтан тасбаған алу процесіне үлкен жауапкершілікпен қарау қажет.

Тасбаған алу операциясы бұрғылау ұңғымаларының түрлі-түрлі категорияларын бұрғылау барысында жүзеге асырылатын бірден-бір операция болып табылады. Мәселен, тіректік, параметрлік және құрылымдық ұңғымалар бұрғылау барысында тасбаған бүкіл қима бойынан алынуы тиіс, мұндай ұңғымалар өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеулермен де (каротажбен) түгелдей қамтылады, яғни бұл жұмыстар да жиі-жиі аралықтарда жүргізілетін болады.

Іздеу ұңғымалары бұрын жеткілікті дәрежеде зерттеле қоймаған алаңшаларда жүргізілетіндігі түсінікті. Сондықтан мұндай ұңғымалар көмегімен зерттелген алаңшаның бұрын беймәлім ерекшеліктері анықталады, ол үшін бұрғыланған таужыныстар қимасын толық сипаттайтын тасбағандар тізбегі шама келгенше молынан алынуы тиіс. Кейде жоғарғы қабаттарынан мұнай-газ жатындары бұрынырақ табылған алаңшалардың тереңірек қабаттарынан жаңа өнімді горизонттар іздеу шаралары да осы іздеу ұңғымалары көмегімен жүргізіледі. Мұндай жағдайда бұрғыланған терең қабаттардан тасбаған тұтастай алынуға және бұл қабаттар өнеркәсіптік-геофизикалық жұмыстар кешенімен (каротажбен) де толықтай қамтылуға міндетті.

Барлау ұңғымалары бұрынырақ ашылған кенорынды барлау мақсатын көздейтіндігі белгілі. Ал кенорынды жете барлау дегеніміз өнімді горизонттардың, яғни мұнай-газ жатындарының қалыңдықтары мен шектемелерін (контурын) анықтау, оқпан қимасындағы әртүрлі танымал горизонттардың (маркирующий горизонт) орналасу тереңдіктері мен ауқымын нақтылау шараларымен орайласады. Сондықтан мұндай ұңғымаларды бұрғылау барысында тасбаған (кern) жоғарыда көрсетілген қабаттар қимасынан түгелдей алынатын болады,

аталған қабаттар деңгейі өнеркәсіптік-геофизикалық әдістер көмегімен қосымша зерттеледі.

Шектемелеу (кемерлеу) ұңғымалары бұрын белгілі болған кенорынның мөлшерлік шамасын анықтау үшін бұрғыланатын ұңғымалардың арнаулы түрі. Сондықтан мұндай ұңғымалардан тасбаған нақтылы деңгейлерден ғана алынады, мұндай деңгейлердің мысалдары ретінде мұнай-газ, мұнай-су, газ-су жапсарлары орналасқан деңгейлерді атауға болады. Бұл деңгейлер өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеулермен де қосымша түрде қамтылуы тиіс.

Барлау-сынамалау ұңғымалары бұрынырақ ашылған кенорындағы мұнайдың, газдың, немесе конденсаттың қорын, кенорын қимасындағы таужыныстардың басты-басты физикалық қасиеттерін, мұнайдың, газдың, конденсаттың және қойнауқаттық сулардың физикалық-химиялық құрамы мен қасиеттерін, өзге де өндіріс үшін маңызды мағұлматтарды алу үшін бұрғыланады. Мұндай ұңғымалар көмегімен тасбаған кенге қатысты бүкіл қалыңдық бойынан алынуы шарт. Осылайша алынған тасбаған өте ыждағатты түрде зертханалық талдаулардан өткізілетін болады.

Өндіру ұңғымалары мен **игерім ұңғымалары** кенорынды толығымен игеру, сөйтіп табылған мұнай, газ, конденсат қорларын ел игілігіне жарату үшін бұрғыланатындығы белгілі. Бұл ұңғымалардан тасбаған кен қабаттары тұсынан алынады және бұл ұңғымалар оқпанында өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеулер кешені (каротаж жұмыстары) толықтай жүргізілуге міндетті.

Тасбағанды зерттеу жұмыстарының мазмұны. Ұңғыма оқпанынан көтерілген тасбағанды жан-жақты зерттеу нәтижесінде төмендегі мағұлматтар жинақталады:

- 1) тасбағандағы мұнай, газ, конденсат және қойнауқаттық су белгілері (білінімдері);
- 2) таужыныс қабаттарының стратиграфиясы және литологиялық құрамы;
- 3) таужыныс түрлерінің жинауыштық (коллекторлық) қабілеті және олардың мұнаймен, газбен, конденсатпен қанығу дәрежесі;
- 4) таужыныс қабаттарының құрылымдық ерекшеліктері, олардың жер қойнауында орналасу заңдылықтары.

Оқпаннан шығарылған тасбаған мұнай, газ, конденсат белгілерін яки білінімдерін өз бойына сіңірген жағдайда, мұндай белгілер тасбағанды оқпаннан шығарған бойда-ақ байқалатын болады. Тасбаған өнімді қабаттан алынған жағдайда бұл тасбағаннан мұнайдың немесе газдың иісі шығып тұрады. Өнімді горизонттан алынған тасбаған цилиндрін жарып, яғни бөлшектеп қараған жағдайда, оның

омырылымының беті «тершіп» (дымқылданып) тұрғандығын байқауға болады, бұл тасбағанды құрайтын таужыныстың мұнаймен немесе газбен қаныққандығының бірден-бір белгісі. Мұнайлы таужыныс омырылымы бетінің «тершуі» әсіресе ауыр мұнайлар кіріккен таужыныстарға тән, жеңілірек мұнайлардың жұғыны омырылым бетінде байқалмауы да ықтимал. Алайда тасбағанды жарғанда немесе бөлшектегенде одан газдың яки мұнайдың иісі «мүңкіп тұруы» таужыныстың көмірсутектермен қаныққандығының тапжылмас дәлелі болып табылады.

Тасбағанды одан әрі зерттеу шаралары төмендегі операцияларды біріктіреді.

Мұнайдың бензинде немесе хлороформда еритіндігі белгілі. Мұнаймен (газбен) қаныққан тасбағанды одан әрі зерттеудің алғашқы бөлігі мұнайдың осы қасиетіне негізделген. Оның осы ерекшелігіне сүйене отырып, тасбағанда мұнай белгілері бар-жоғын анықтау үшін тасбағаннан кертіліп алынған аз ғана кесекшені (мөлшері 0,5-1,0 см³) шыны колбаға салып, оның үстіне бензин құяды. Құйылған бензиннің деңгейі колбадағы тасбаған кесекшесі деңгейінен 2-3 см жоғарырақ болуы тиіс. Бензин құйылған колбаны біразырақ шайқап, кішкенеде кейін тұндыруға қояды. Аталған колбадағы тасбаған кесекшесі салынған бензин азды-көпті тұнғаннан кейін оның түсіндегі өзгерістерді бақылайды. Егер тұнбаның түсі өзгерсе, бұл тасбағанның мұнайлы горизонттан алынғандығының дәлелі болып табылады. Әдетте колбадағы бензиннің түсі сарғылт немесе қызғылт реңге боялады.

Тасбағанды одан әрі жете зерттеу жұмыстары кәсіпшіліктің өндірістік геология бөлімінде, арнаулы зертханаларда немесе ғылыми-зерттеу институттарында жалғастырылады.

Кейбір жағдайларда тасбағанның мұнай тамшыларымен қанығуы жасанды түрде жүзеге асуы мүмкін, бұл зерттеушінің жаңсақ қорытындылар жасауына себепші болады. Мұндай жағдай әсіресе бұрғылау жабдығының ұңғыма оқпанында тұтылып қалуымен байланысты сол ұңғымада жасанды мұнай ваннасының туындауы салдарынан көрініс береді. Тасбағанның жасанды мұнай ваннасы есебінен, немесе шын мәніндегі табиғи мұнай жатыны есебінен қаныққандығын айыра білу кәсіпшілік геологтарының маңызды міндеттерінің бірі, әсіресе апатты ұңғымадан алынған тасбағанды зерттегенде өте мұқият болу қажет. Мұндай жағдайлар бұрғылау құжаттарында міндетті түрде көрсетілуі тиіс.

Бір ескеретін жайт, тасбағаннан мұнай белгілерінің анықталуы сол тасбаған алынған деңгейлердегі мұнай қоры қаншалықты шамада

екендігін анықтап бере алмайды, яғни тасбағандағы мұнай белгісі мен сол тасбаған алынған деңгейлерден қаншалықты өнім алуға болатындығының арасында ешқандай да байланыс жоқ. Тасбағаннан анықталған мұнай белгілері сол тасбағанды құрайтын таужыныстардың мұнаймен азды-көпті қаныққандығын ғана дәлелдейді. Алайда тасбағандағы мұнай белгілерін мұқият зерттеу арқылы осы мұнайдың кондициялық жағдайы (қою-сұйықтығы) және оның сапалық көрсеткіштері туралы азды-көпті мағұлматтар алу мүмкіндігі жоққа шығарылмайды.

Тасбағанды зерттеу ондағы мұнай белгілерін анықтаумен шектелмейді. Тасбағанды құрайтын таужыныстардың литологиялық ерекшеліктерін, мүмкін болған жағдайда, осы тасбағаннан табылған органикалық қалдықтарды, таужыныстың гранулометрлік құрамын (оны құрайтын түйірлер мөлшерін), кеуектілігін, өтімділігін, тасбаған алынған таужыныс қабаттарының құрылымдық ерекшеліктерін (қабаттың еңістену мөлшерін), т.с.с. сол таужыныстың мұнай геологиясы үшін өте маңызды өзге де қасиеттерін жан-жақты зерттеу қажет болады.

Тасбағанды құрайтын таужыныстың литологиялық құрамы ол ұңғымадан шығарылып, алғашқы өңдеуден өткен бойда-ақ (жуылып тазартылғаннан кейін) ұңғыма басында анықталады. Анықталған мәлімет тасбағанды тасбаған жәшігіне салу барысында журналға мұқият тіркеледі. Тасбағанды құрайтын таужыныстың литологиялық құрамы және оны сипаттайтын негізгі қасиеттері жайлы мәлімет мына тәртіппен жазылуы тиіс:

– саздар үшін: түсі; қатпарлану дәрежесі; құм түйірлерімен қанығу дәрежесі; қаттылығы (жұмсақтығы); ыдырауға немесе омырылуға бейімділігі; жабысқақтығы т.б.;

– құмдар мен құмтастар үшін: түсі (бір түстілігі, немесе әр түстілігі); түйірлілік дәрежесі (құмның түйірлілік дәрежесі оны алақан арасында уқалағанда біршама анық сезіледі); түйірлерінің тұрпаты және құрамы (қандай минералдардан тұратындығы); түйірлерді дәнекерлейтін масса жөніндегі ақпарат; саз тозандарымен, немесе құмайт түйіршіктерімен қанығу дәрежесі т.б.;

– тұздар үшін: түсі; кристалдану дәрежесі; қаттылығы (жұмсақтығы); омырылғыштығы; өзге таужыныс түйірлерімен және тозандарымен қанығу дәрежесі және бұл түйірлер мен тозандардың құрамы; қатпарлану дәрежесі т.б.;

– кристалдық іргетасқа тиесілі таужыныстар үшін: түсі, құрамы, қаттылығы, таужыныс алынған қабаттың еңістену бағыттары мен бұрыштары, т.с.с. мәліметтер келтіріледі.

Тасбаған түрінде ұңғыма оқпанынан көтерілген таужыныстарды сипаттау барысында ондағы карбонаттардың үлес салмағына айырықша мән берілуі тиіс. Таужыныс түгелімен карбонатты таужыныстардан, яғни әктктардан, доломиттерден, әксаздардан (мергелдерден) құралған жағдайда, оларды сипаттау жоғарыда келтірілген сұлбаға сәйкес жүргізіледі. Ал бұл таужыныстар құмтастар, құмайттастар (алевролиттер), сазтастар (аргиллиттер), т.с.с. таужыныстар құрамында қосымша түрде ұшырасқан жағдайда, олардың таужыныс құрамында бар-жоғын, ал бар болған жағдайда қаншалықты мөлшерде бар екендігін анықтау маңызды. Карбонатты таужыныстардың тасбаған болмысында бар-жоғын анықтау үшін сол тасбаған кесекшесінің жаңадан алынған омырылымы бетіне тұз қышқылын тамызып көрсе, жеткілікті. Егер таужыныс тұз қышқылымен ешбір әрекеттеспесе, онда оның құрамында карбонаттардың мүлдем болмағандығы; қышқылды тамызғанда үлгі быжылдап «қайнай бастасаң, оның құрамында әктас, ал аз-маз ғана көпіршісе, доломит болғаны. Карбонаттардың тұз қышқылымен осылайша әрекеттесуі – тек сол карбонаттарға ғана тән қабілет, бұл реакция нәтижесінде таужыныстан көмірсутекті газ бөлініп шығатындығы белгілі.

Ұңғыма оқпанынан алынған тасбағандар үнемі біркелкі ретпен, яғни бір ғана сұлбаға сәйкес сипатталып отыруы сол оқпан қимасындағы таужыныс қабаттардың дұрыс сипатталуын ғана емес, әр түрлі ұңғымалар арқылы аршылған қабаттарды бір-бірімен дұрыс сәйкестіруге де мүмкіндік береді. Ал бұл жайт, өз кезегінде, зерттеліп жатқан бөлікшенің немесе ауданның геологиялық құрылыс ерекшелігін дұрыс анықтаудың бірден-бір кепілі.

Кейде оқпаннан алынған тасбаған құрамында көне организмдердің қалдықтары ұшырасуы мүмкін. Бұл қалдықтар макрофауна (біршама ірі, яғни көзге көрінетін) немесе микрофауна (ұсақ) қалдықтары түрінде болуы ықтимал. Олар міндетті түрде арнаулы мамандар (палеонтологтар) тарапынан жан-жақты зерттелуі тиіс, себебі бұл мәліметтер тасбаған алынған қабаттың геологиялық көнелігін анықтауға, сөйтіп әртүрлі ұңғымалар көмегімен аршылған қабаттарды бір-бірімен дұрыс сәйкестіруге көмектесетін бірден-бір ақпарат. Микрофауна қалдықтары микроскоппен зерттелетіндігі түсінікті, сондықтан олар жете зерттелуі үшін арнаулы зертханаларға жіберіледі.

Зертханалық жағдайда анықталатын тағы бір маңызды ақпарат – тасбаған түрінде алынған таужыныстардың кеуектілік көрсеткіші. Мұнай, газ, конденсат массалары таужыныстардың алуан түрлі

кеуктерінде (куыстарында, жарықшақтарында, өзге де кеңістіктерінде) орналасатындығы белгілі, олай болса таужыныстың кеуектілігін анықтау мұнай геологиясының ең басты міндеттерінің бірі.

Тасбағанды зерттеу арқылы өзге де талай-талай деректер жинақталады, солардың ішіндегі тағы бір маңызды дерек – ұңғыма оқпанымен аршылған қабаттардың тектоникалық ерекшеліктері, яғни осы қабаттардың жер қойнауында еңістену мөлшері жайлы мағұлмат. Таужыныстардың бұрғыланған қимасы ешқандай да деформацияға (дислокацияға) ұшырамай, бір-бірімен көлбеу немесе горизонталь бағытта көлбей көсілген жағдайда тасбағандағы қабаттар да тасбаған өсіне тік бағытталған горизонталь қабатшалардың бір-бірімен алмасуы түрінде көрініс беретін болады. Ал тасбағандағы қабатшалардың белгілі бір бағытқа қарай "жантая еңістенуі" оқпан қимасындағы қабаттардың да деформацияға ұшырағандығын, яғни бұл қабаттар нақтылы бағытқа қарай еңістене созылғандығын көрсетеді. Бұл еңістену мөлшері алынған тасбаған қабатшаларындағы еңістену бұрышын байырғы компас көмегімен өлшеу арқылы анықталады. Ол үшін тасбағанды түп-тура тік бағытта ұстап тұрады да (жер бетіне 90° бұрыш жасауы шарт), ондағы қабатшалардың еңістену бұрышын компас көмегімен өлшейді, осы көрсеткіш таужыныс қабаттары тасбаған алынған тереңдіктерде де осыншалықты мөлшерде "жантая созылатындығын" көрсететін болады. Алайда бұл әрекет ұңғыма оқпаны тік бағыттан ешбір ауытқымай, түп-тура тік бұрғыланған (90°) жағдайда ғана нақтылы нәтиже береді. Ал оқпан тік бағыттан ауытқи отырып, азды-көпті "еңкейген" немесе "жантайған" қабаттардың сол "еңкею" немесе "жантаю" бағытына қарсы бағытта еңістене бұрғыланған болса, онда таужыныс қабатшаларының тасбағанда компаспен өлшенген еңістену бұрышы сол таужыныс қабатының жер қойнауындағы нақтылы еңістену бұрышынан кем болады. Мұндай жағдайда жер қойнауындағы қабаттардың еңістену бұрышын анықтау үшін тасбағаннан компаспен өлшенген шамаға ұңғыма оқпанының тік бағыттан ауытқу бұрышын (инклинометрмен өлшенеді) қосу қажет. Ал ұңғыма оқпанының тік бағыттан ауытқу бағыты қойнау қабаттарының да еңістену бағытымен сәйкескен жағдайда, тасбағаннан компаспен өлшенеген еңістену бұрышының мөлшері жер қойнауындағы табиғи қабаттардың еңістену бұрышынан артық болып шығады. Бұл жағдайда компаспен анықталған шамадан инклинометр көмегімен анықталған шаманы шегеру арқылы таужыныс қабаттарының нақтылы еңістену бұрышы анықталатын болады.

Кей жағдайда ұңғыма окпанының тік бағыттан ауытқу бұрышы жер қойнауындағы таужыныс қабаттарының бір-бірімен жапсарласа еністену бұрышына тұп-тура дәл келуі ықтимал. Мұндай жағдайда тасбағанның бүкіл ақпараттылығы, әсіресе тектоникалық тұрғыдан алғандағы ақпараттылық дәрежесі өте төмен болатындығы түсінікті. Алайда бұл жағдайдағы ең маңызды мәселе бұл да емес, себебі нақ осындай жағдай бұрғылау жұмыстарын ірі-ірі апаттарға алып келуі ықтимал. Мұның себебі мынада. Әртүрлі құрамды таужыныс қабаттарының бір-бірімен жапсарласу жазықтығы олардың ең осал тұсы болып табылады, қабаттар белгілі бір кернеулер туындаған жағдайда нақ осы жазықтық бойымен «бөлшектенугең бейім келеді. Әсіресе жер қойнауындағы гипс қабаттары мен әктас (кальцит минералынан тұрады) қабаттарының жапсары өте осал. Ұңғыма окпаны осы жазықтыққа дәл келген жағдайда, аталған қабаттар кенет «бір-бірінен ажырап, жасанды қуыстар пайда болуы жиі ұшырасады. Мұндай қуыстардың пайда болуы бұрғылау ерітіндісінің сол қуыстарға мол мөлшерде «жұтылып кетуіне, сөйтіп оның айналымының (циркуляциясының) болмай қалуына әкеліп соқтырады. Ал бұл дегеніңіз бұрғылау ісінің апатқа ұшырауына әкеліп соқтыратын бірден-бір жағдай. Бұрғылау жабдығының ұңғыма окпанында тұтылып қалуы (қашауышты үнемі ылғалдап, оның қызып кетпеуін қамтамасыз ететін бұрғылау ерітіндісінің жетімсіздігі салдарынан), немесе ерітіндінің жетімсіздігі салдарынан окпан өткен аралықтағы мұнай немесе газ массаларының «бос қалған кеңістікке кенет жинақталауы салдарынан олардың күтілмеген бұрқақтары кенет атқылауы сияқты апаттар нақ осындай жағдайда туындайды. Аталған екі апаттың екеуі де өте қауіпті апаттар, мұндай жағдайларда бұрғылау ұңғымасының жұмысын қалыпқа келтіру апталарға, тіпті айларға созылуы мүмкін, шығатын шығын да еселей артады.

Кейде жоғарыда қаралған қауіпті жағдай ұңғыма окпанының тік бағыттан ауытқу бұрышы жер астындағы "жасырын созылған" терең жарылымдардың (жарықтардың) созылу бағытына тұп-тура сәйкес келген жағдайда да көрініс беруі мүмкін. Сондықтан да бұрғылау ұңғымасын жобалау барысында-ақ оның қойылу нүктесі мен окпанның бұрғылану бағыты алдын-ала жинақталған материалдарға сәйкес мұқият саралануы тиіс. Зерттеліп жатқан аймақтың жалпылама геологиялық ерекшеліктері туралы бұрыннан белгілі бүкіл деректер осы жобаны дайындау барысында жан-жақты ескерілуі шарт.

Тасбағанды жан-жақты зерттеу барысында сол тасбаған алынған таужыныстардың фациялық және геохимиялық ерекшеліктері де зертханалық жағдайда сараланады.

Ұңғыма бұрғылау арқылы зерттеу жұмыстарының ішіндегі ең маңыздыларының бірі осы бұрғылау процесі нәтижесінде алынуы мүмкін **флюидтерді зерттеу** (мұнай, газ, конденсат, жерасты суы сынамаларын) немесе **оларды кіріктіруі мүмкін нысандарды зерттеу** екендігі даусыз.

Бұл орайдағы ең негізгі міндеттердің бірі – бұрғылау барысында бұрғылау ерітіндісінің деңгейін үнемі бақылап отыру, сөйтіп оның айналымы (циркуляциясы) ұдайы қалыпты жағдайда болуына қол жеткізу.

Ұңғыма оқпаны флюидті (мұнайлы, газды, конденсатты, сулы) горизонттарды тесіп өтуі барысында екі түрлі жағдай қалыптасуы мүмкін. Бірінші жағдай – арнаулы сораптар арқылы ұңғыма оқпанына айдалатын бұрғылау ерітіндісінің қысымы ($P_{\text{үңг.}}$) флюидтерді кіріктірген кеуекті ортаның қойнауқаттық қысымына (пластовое давление) ($P_{\text{қой.}}$) артық болуы ($P_{\text{үңг.}} > P_{\text{қой.}}$). Бұл жағдайда бұрғылау ерітіндісі кеуекті ортаға шым-шымдап сіңіп кететін болады, сөйтіп айналымдағы бұрғылау ерітіндісінің деңгейі бірте-бірте төмендей береді. Екінші жағдай – бұрғылау ерітіндісінің қысымы ($P_{\text{үңг.}}$) кеуекті ортаның қойнауқаттық қысымынан ($P_{\text{қой.}}$) кем болуы ($P_{\text{үңг.}} < P_{\text{қой.}}$). Бұл жағдайда қойнауқаттық қысым бұрғылау ерітіндісін жоғары қарай шапшытып, кәдімгі ашық бұрқак туындауы мүмкін. Ұңғыма оқпанына айдалатын бұрғылау ерітіндісінің бір қалыпты деңгейі сақталуы, яғни оның қалыпты айналым жағдайында жұмыс істеуі бұрғыланып жатқан деңгейді құрайтын қабаттардың кеуексіз таужыныстардан, яғни біршама қатты таужыныстардан тұратындығын дәлелдейді. Бұл – бұрғылау барысында туындайтын үшінші жағдай.

Жоғарыда келтірілген деректерден шығатын қорытынды біреу-ақ, ол бұрғылау ерітіндісінің деңгейін және сол ерітіндідегі өзгерістерді үнемі бақылап отыру көмірсутек кенорындарын жаңадан ашудың немесе ашылған кенорындарды барлау мен сынаудың бірден-бір тиімді тәсілі болып шығатындығы. Мәселен, жоғарыда келтірілген екінші жағдайдың жеке түрін тағы бір қарастырайық: бұрғылау ерітіндісі туындататын қысым ($P_{\text{үңг.}}$) мұнайлы (газды, конденсатты) қойнауқат қысымынан ($P_{\text{қой.}}$) азырақ қана деңгейде аздау болған жағдайда ($P_{\text{үңг.}} < P_{\text{қой.}}$) флюидтер жаймен ғана көтеріліп, бұрғылау ерітіндісін азды-көпті "ластайтын" болады, ал бұл дегеніңіз сол ерітіндідегі флюид белгілерін анықтау арқылы бұрғыланған бөлікшеде қойнауқаттық мұнай (газ, конденсат) жатындары бар екендігін анықтаудың бірден-бір жолы. Бұл жағдайда қойнауқаттық мұнай белгілері бұрғылау қондырғысы басында орнатылған бұрғылау

ерітіндісінің айналымын (циркуляциясын) қамтамасыз ететін арнаулы науа (желоб) бетінде көгілдірлене жалт-жұлт еткен "мұнай қаймағы" түрінде көрініс берсе, табиғи газ белгілері оқпаннан көтерілген бұрғылау ерітіндісі ағымында газ көпіршіктерінің пайда болуы, тіпті ерітінді бетінің "бұрқ-бұрқ қайнауы" түрінде көрініс беретін болады.

Жоғарыда сөз болған оқпаннан көтерілген флюид белгілерін жинақтау арқылы олардың зерттеуге жетерлік мөлшері алынады, олар арнаулы этикеткалармен жабдықталып, болашақ зертханалық зерттеулерге жіберіледі.

Айналымға түскен, сөйтіп ұңғыма оқпанынан көтерілген бұрғылау ерітіндісінің кезекті ағымдарын үнемі тексеріп отыру жерасты сулары жөнінде де нақтылы мағұлматтар алуға көмектеседі. Мәселен, оқпаннан көтерілген ерітіндінің ашқылтымдану дәрежесін анықтау арқылы жерасты суының минералдану деңгейін анықтауға болады, ал нақтылы химиялық талдау нәтижелері аталған судың қандай типтегі минералдануға жататындығын да көрсете алады. Бұл әрекеттерді жүзеге асыру мүмкіндігі бұрғылау ерітіндісінің әуел баста тұщы суға езілгендігінен туындайды, олай болса, оқпаннан көтерілген ерітіндінің кенет минералдана бастауы оның жер қойнауында минералданған сумен «беттесуінің немесе «араласып кетуінің бірден-бір айғағы болып шығады.

Ұңғыма оқпанының қимасына тиесілі ***таужыныс қабаттарын бұрғылау жылдамдығының өзгерістері тұрғысынан зерттеу әдісі***. Ұңғыма бұрғылау барысында бұрғылау қашауышының мұқалу дәрежесін және бұрғылау жылдамдығын үнемі қадағалап отыру арқылы ұңғыма оқпаны қимасында қаттылығы қандай таужыныстар бұрғыланып жатқандығын шамалауға болады. Бұрғылау қашауышы жұмсақ таужыныстардан (борпылдақ саздар, құмдар т.с.с.) азырақ мұқалып және біршама тез, ал қатты таужыныстардан (құмтас, әктас, құмайттас т.с.с.) көбірек мұқалып және баяулау өтетіндігі түсінікті. Сондықтан да ұңғыма оқпаны тесіп өткен таужыныстардың қаттылығын шамалап отыру үшін оны бұрғылау барысында бұрғылау хронометражы жүргізіліп, осы хронометраждың диаграммасы тұрғызылып отырады. Хронометраж диаграммасын тұрғызу үшін әрбір 1 метр тереңдікті бұрғылауға қаншама уақыт кеткендігі өлшеніп отырады және бұл өлшем автоматты түрде тіркеліп отырады.

Хронометраж диаграммасы тік бағытталған өске (Y өсіне) ұңғыма оқпанының тереңдіктерін, көлденең өске (X өсіне) сол тереңдіктер өтілген уақыт өлшемін тіркеп, алынған нүктелер арқылы қисық сызық жүргізу арқылы алынады. Зерттеу алаңшасында алғашқы қойылған бұрғылау ұңғымасынан алынған хронометраж диаграммасы осы

алаңшада болашақта бұрғыланатын ұңғымалар тесіп өтетін таужыныстар қабатының қаттылығы жайлы деректерді, ендеше болашақ ұңғыманың қандай деңгейлерін қандай қашауышпен бұрғылау қажеттігін, сол деңгейлерді бұрғылауға жұмсалатын бұрғылау ерітіндісінің мөлшерін, т.с.с. маңызды өндірістік көрсеткіштерді алдын ала шамалауға мүмкіндік береді. Ал зерттеу алаңшасында бұрғыланған бірнеше ұңғымалар көмегімен алынған хронометраж диаграммаларын салыстыра саралап отыру бір-біріне шамалас терндіктерді бұрғылау үшін түрлері мен мөлшерлері бірдей қашауыштарды пайдалану, бұрғылау роторының айналу жылдамдығы мен бұрғылау сорабының қуатын сәйкестіріп отыру сияқты қажетті іс-шараларды уақтылы да тиімді жүзеге асыруға септігін тигізеді. Бұл айтылғандардан шығатын қорытынды – әрбір ұңғыма бойынша хронометраж диаграммасының дұрыс тұрғызылуын қадағалау және оны мұқият саралап отыру өте маңызды өндірістік шарттардың бірі екендігі.

3.4. Ұңғыманы бұрғылау барысында алынатын таужыныстарды зерттеу әдістері

"Танымал горизонттар" жайлы түсінік және олардың маңызы. Мұнай-газ геологиясында танымал горизонттарды үнемі "танып отыру" өте маңызды, сондықтан мұндай горизонттарды құрайтын таужыныстар қабаты мұқият зерттелуі тиіс.

Танымал горизонт (маркирующий горизонт) дегеніміз таужыныс қабаттарының қимасында өзінің литологиялық өзгешелігімен, түрімен, түсімен, құрамымен, органикалық қалдықтардың арнаулы түрлерін кіріктіретіндігімен, т.с.с. тек өзіне ғана тән бірегей сипатымен анық ерекшелене отырып, алыс-алыс қашықтықтарға сағаланатын, сөйтіп ауқымды кеңістік аумағында дәйім ұшырасып отыратын, сондықтан да зерттеуші жазбай танитын арнаулы таужыныс қабаты.

Танымал горизонт түсінігінің анықтамасында атап көрсетілгеніндей, олар әдетте алыс қашықтықтарға жайыла төселеді. Оның бұл қасиеті өте маңызды, себебі зерттеу алаңшасында бұрғыланған алғашқы ұңғыма оқпаны осындай горизонтты аршыған жағдайда оны қалған ұңғымалардың аршу мүмкіндігі де жоғары болады. Танымал горизонт зерттеуші тарапынан үнемі жазбай танылатын таужыныс қабаты, ендеше ол алғашқы ұңғымадан-ақ танылып, мұнай-газ жатындарының осы қабаттан қандай тереңдікте орналасқандығы нақтыланады. Болашақ ұңғымаларды бұрғылау барысында бұл қабат тағы да аршылатын болады, ал бұл жайт жоғарыда аталған мұнай-газ жатындарының енді қандай

деңгейлерде ұшырасуы тиіс екендігін алдын ала болжамдап отыруға мүмкіндік береді.

Мұнайлы өңірлерде танымал қабаттар расынан да ұзақ қашықтықтарға сағалатындығы біздің Қазақстан аумағында жүргізілген зерттеулер нәтижесінде де дәлелденген. Мәселен, Каспий маңы синеклизасының солтүстік өңірінде 3-ші, 6-шы және P_1 танымал горизонттар деген атауларды иеленген арнаулы таужыныс қабаттары осы өңірде ылғи да ұшырасып отыратын горизонттар. Бұл горизонттардың танымалдығы соншалық, олардың беткі жазықтығы тек ұңғымалар бұрғылау барысында ғана емес, қазіргі таңда қолданылатын бүкіл геофизикалық зерттеу әдістері көмегімен-ақ жазбай танылады. Айталық, 6-шы танымал горизонт Каспий маңы синеклизасы аумағына үнемі ұшырасатын тұз қабатының бетіне сәйкес келсе, P_1 горизонтының беті тұзасты қатқабатының беткі жазығын белгілейді.

Жоғарыда келтірілген танымал горизонттар аймақтық горизонттар, сондықтан олардың таралу ауқымы да мейілінше кең. Кейбір жағдайларда жергілікті танымал горизонттар да ұшырасуы ықтимал, олар белгілі бір тектоникалық құрылым немесе нақтылы зерттеу алаңшасы ауқымында ғана танылады. Ұңғымалар бұрғылау барысында осындай горизонттарды үнемі танымалдап отыру және олардың мұнайлы-газды жатындармен "ара-қашықтығын" үнемі саралап отыру, жоғарыда атап көрсеткеніміздей, бұрғылау жұмыстарын бағдарлы жүргізуге және олардың нәтижелерін алдын ала болжамдап отыруға мүмкіндік береді. Сондықтан да танымал горизонттарды жан-жақты зерттеу, сөйтіп оларды жазбай тануға машықтану өте маңызды.

Бұрғылау шламын зерттеу. Бұрғылау шламы дегеніміз ұңғыма оқпаны мен оның жақтауларына тән таужыныс сынықшалары мен түйірлерінің, шегендеу тізбегі мен қашауыш үгінділерінің бұрғылау ерітіндісімен (шаймалау сұйығымен) араласуы нәтижесінде бұрғылау ұңғымасының оқпанында пайда болатын қойыртпақ. Бұл қойыртпақ арнаулы жабдықтар көмегімен бұрғылау ұңғымасын тазарту барысында сол ұңғыма ернеуіне орнатылған арнаулы науа арқылы лақылдай төгіледі.

Бұрғылау шламы оқпаннан өзімен бірге бұрғыланған таужыныс сынықшалары мен түйірлерін алып шығатын болғандықтан, осы сынықшалар мен түйірлерді әдейі зерттеу сол таужыныстар жайлы нақтылы ақпараттар беретіндігі түсінікті. Сондықтан да бұрғылау шламын зерттеу әдісі 1931 жылдан бері табысты түрде қолданылып келеді.

Бұрғылау шламын зерттеу әдісі төмендегі ретпен жүргізіледі. Ұңғыма оқпанынан шлам алып шыққан таужыныс сынықшалары мен түйірлері жинастырылып кептіріледі. Осыдан кейін олар арнаулы електен өткізіліп, өздерінің мөлшерлеріне орай түйірлерге (фракцияларға) жіктеледі. Осылайша жіктелген түйірлер тағы бір рет сумен шайылып кептіріледі де, олардың әрбіреуіне әдейі этикетка толтырылады. Этикеткада бұрғыланып жатқан алаңшаның атауы, ұңғыманың нөмірі, шлам алынған тереңдік (*метр* өлшемімен), түйірлер алынған шламның және сол түйірлердің қысқаша сипаттамсы жазылады. Осыдан кейін мөлшеріне қарай жіктелген түйірлер (фракциялар) әртүрлі мазмұнды зерттеулер жүргізу үшін зертханаларға жіберіледі.

Шламдағы сынықшалар мен түйірлердің мөлшері 0,3 мм-ден артық болған жағдайда олар айналымдағы (циркуляциядағы) бұрғылау ерітіндісінің біршама таза (сұйықтау) ағымының жер бетіне көтерілу шапшаңдығынан кішкене кешігіңкіреп шығатындығы ескерілуі тиіс.

Гранулометрлік талдау нәтижесінде таужыныстар өздерін құрайтын түйірлерінің мөлшері тұрғысынан талданады, бұл көрсеткіш байырғы пайыз өлшемімен өрнектеледі. Әдетте мөлшері 0,1 мм-ге дейін жететін құм аралас түйірлерді (фракцияларды) арнаулы елек көмегімен алады да, мөлшері 0,1-0,01 мм аралығындағы құмайт түйіршіктері мен 0,01 мм-ден де кем саз тозандарын «жібіту» («отмучивание») деп аталатын әдіс көмегімен айырады.

Гранулометрлік талдауды жүргізу барысында әр түрлі ұңғымалардан алынған бір ғана геологиялық дәуірде және біркелкі табиғи жағдайда қалыптасқан таужыныс түйірлерінің мөлшері және олардың мұқалуы яки мүжілу сипаттары бірыңғай ұқсас болуы тиістілігі ескеріледі.

Гранулометрлік талдау көмегімен ұңғымалар оқпаны кималарындағы жекелеген таужыныс будаларын (пачкаларды), свиталарды, танымал горизонттарды даралау шаралары жүзеге асырылады.

Минералогиялық талдау шараларын жүзеге асырудағы басты мақсат – зерттелген таужыныстарды құрайтын негізгі минералдарды анықтай отырып, сол таужыныстарды олардың минералдық құрамы тұрғысынан дербестеу болып табылады. Бұл талдауды жүзеге асыру үшін таужыныс уатылып, оны құрайтын минералдар жеке-жеке дараланады, осылайша дараланған минералдар арнаулы микроскоптар көмегімен зерттеледі, өзге де қажет деп табылған зерттеу әдістері қолданылады. Таужыныстар құрамындағы жынысқұрушы минералдармен қатар кейбір аксессуарлық (косымша) минералдар да

"бөлініп алынып", жеке-жеке зертелуі тиіс. Акцессорлық минералдардың өкілдері ретінде шөгінді таужыныстар құрамында аз мөлшерде болса да жиі-жиі ұшырасып қалып отыратын магнетит, гематит, циркон, анартастар, ильменит, пироксендер, амфиболдар сияқты минералдарды атауға болады. Оларды бөліп алу үшін "ауыр сұйықтар" деп аталатын арнаулы сұйықтар пайдаланылады, тығыздығы (қоюлығы) біршама жоғары болып келетін мұндай сұйықтарға жататындар – биоформ, түле сұйығы, йод метилині т.б.

Микрофауналық талдау ұңғыма оқпаны тесіп өткен таужыныс қабаттары мен қабатшаларының геологиялық көнелігін анықтап, бүкіл қиманың стратиграфиялық бағанасын тұрғызу үшін жүргізіледі. Шөгінді таужыныстарда микрофауна қалдықтары біршама жиі ұшырасады, олар тасбағаннан жеке-жеке бөлініп алынып, мұқият хатталады, яғни олардың қандай қабаттан немесе қабатшадан алынғаны көрсетілген арнаулы этикетка толтырылады. Осылайша хатталған материал палеонтолог-ғалымдарға зерттеуге беріледі. Соңғылары микрофауна қалдықтарын микроскоп көмегімен зерттеп, осы қалдықтардың көнелігін (бұл организмдердің қандай геологиялық кезендер мен дәуірлерде тіршілік еткендігін) анықтайды. Осы көнелік сол микрофауна қалдығын кіріктірген таужыныс қабатының немесе қабатшасының түзілімдену уақытын көрсететін болады.

Ұңғыма оқпанынан алынған тасбағанда макрофауна (ірі фауна, яғни көзге көрінетін фауна) қалдықтары ұшыраспаған жағдайда микрофауналық талдаудың маңызы арта түседі.

Тұқым-тозандық талдау (*споро-пыльцевой анализ*) шаралары да ұңғыма оқпаны тесіп өткен таужыныстар қимасындағы қабаттар мен қабатшалардың геологиялық көнелігін анықтап, сол қиманың стратиграфиялық бағанасын тұрғызу үшін жүргізіледі. Бұл әдіс шөгінді таужыныстарға кіріккен көне өсімдіктердің қалдықтарын зерттеуге негізделген. Көне өсімдіктердің жапырақтары, сабақтары және тамырлары қазба күйінде нашар сақталады, тіпті сақталмайды десе де болады. Алайда олардың өте ұсақ тозандары мен тұқымдарының қалдықтары қазба күйінде сақталуға бейім келеді. Сөз болып отырған зерттеу әдісі осы заңдылыққа негізделген. Тұқым-тозандық талдау әсіресе құрлық жағдайында, яғни жер бетінде түзілген таужыныстардың геологиялық көнелігін анықтауда тиімді, себебі мұндай таужыныс қабаттарында көне фауна қалдықтары болмайтындығы түсінікті (фауна қалдықтары әдетте су алаптарында түзілген таужыныс қабаттарында ұшырасады). Мұндай қабаттар, яғни фауна қалдықтары ұшыраспайтын таужыныс қабаттары геологияда "мылқау қабаттар" деп аталады.

Шырайлылық-таушайыртанымдық талдау (*люминесцентно-битуминологический анализ*) – таужыныстардағы шашыранды таушайырлы (битумды) заттардың мөлшері мен құрамын олардың шырайлану ерекшеліктерін саралау нәтижесінде анықтау әдісі. Бұл талдау әдісі таушайырлы заттардың мөлшері мен құрамы және олардың шырайлану түсі мен қарқындылығы арасындағы байланысты анықтауға негізделген. **Шырайлану** (*люминесценция*) дегеніміз – кейбір қатты заттардың (біздің жағдайымызда таушайырдың, яғни қатып қалған мұнайдың) немесе олардың ерітінділерінің ультракүлгін, катодтық, анодтық, рентгендік, радиоактивтік, т.б. қоздырғыштар әсерінен әртүрлі түстерге боялу қабілеті.

Шырайлылық-таушайыртанымдық талдау әдісі көмегімен таужыныс құрамындағы таушайыр білінімінің өте аз мөлшерлерін де анықтауға болады. Мәселен, ұңғыма оқпанынан шығарылған тасбағанды құрайтын таужыныс құрамында таушайыр білінімі бар-жоғын анықтау үшін сол тасбағанға дереу (жуып тазартқаннан кейін) хлороформ ерітіндісін сеуіп қарайды. Егер таужыныс құрамында таушайыр білінімі аз да болса (0,005%-дан жоғары) бар болса, тасбаған шырайланып (жарық шығарып) белгі береді. Әдетте мұнай майлары көкшіл түсте, шайырлар қоңыр-қошқыл түсте шырайланатындығын ескерген жөн. Тағы бір ескеретін жайт, мұнайдың жеңіл фракциялары (300°-та қайнайтын фракциялары) және парафиндер мүлдем шырайланбайтындығы.

Шырайлылық-таушайыртанымдық талдау әдісі мұнай-газ кенорындарын іздеу және барлау жұмыстарын жүргізу, таушайырлы горизонттарды дарлау, бұл қабаттарды бір-бірімен сәйкестіру шарларын жүзеге асыру барысында жақсы нәтижелер береді. Алайда кейде бұл талдау әдісі бір ғана горизонт қимасында түрліше нәтижелер беріп қалуы да ықтимал, сондықтан кәсіпшілік геологтары бұл мәселеге сақ болуы керек.

3.5. Ұңғыма оқпандары аршыған қималарды өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеу (каротаж) әдістері

Бұрғыланған ұңғыма оқпандарын өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеу әдістері (каротаж зерттеулері) бүгінгі таңда кеңінен өріс алған және әрбір ұңғыма бойынша міндетті түрде жеке-жеке жүргізілуі тиіс зерттеулер қатарына жатқызылады. Бұл зерттеу әдістері таужыныстардың әртүрлі физикалық қасиеттерін арнаулы жабдықтар көмегімен анықтауға, сөйтіп сол таужыныстардың болмыс-бітімдерін

нақтылауға негізделген. Бұл әдістер жиынтығы әсіресе оқпанның тасбаған алынбаған тұстарын немесе тасбаған мүлдем алынбаған ұңғыма оқпаны қималарын жан-жақты саралауға мүмкіндік береді. Тасбаған алу процесі біршама ауқымды іс-шараларды қажет ететіндігін және бұл процесс әдетте көп шығындарға ұшыратындығын ескерсек, өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеулердің маңызы одан әрі айшықтала түседі.

Өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеулердің толық кешені тіректік, параметрлік, іздеу ұңғымаларында міндетті түрде жүргізіледі, барлау, өндіру, бақылау, т.б. арнаулы ұңғымаларда бұл зерттеу әдістері белгілі дәрежеде қысқартылған вариантта өткізілуі мүмкін.

Жоғарыда аталған ұңғымаларда толық мөлшерде өткізілуі тиіс каротаждық зерттеулер мұнайлы, газды, конденсатты горизонттар тұсында өте ірі масштабта, яғни 1:200 масштабта жүргізілуі тиіс екендігін ескерген жөн. Ұңғыма оқпаны тесіп өткен қиманы өнеркәсіптік-геофизикалық тұрғыдан зерттеу аралықтарының алшақтығы сол зерттеу жүргізілетін ұңғыма оқпанының тереңдігіне, бұрғылау конструкциясына, өнімді горизонттардың қалыңдығына, мұнай-газ жатындарының мөлшерлік көрсеткіштеріне, т.с.с. байланысты таңдалып алынады.

Каротаждық зерттеулер шегендеу тізбегі (құбырлар жиынтығы) әлі де болса орнатылмаған оқпанда жүргізілуі тиіс. Кей жағдайларда радиоактивтік каротаж зерттеулері шегендеу тізбегі орнатылғаннан кейін, яғни шегендеу құбырының ішінде де жүргізіледі, алайда мұндай зерттеулердің сапасы төменірек, алынған мәліметтер де бұлыңғырлау болып шығады. Өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеулердің термометрия, акустикалық және импульстік каротаж сияқты қосалқы түрлерін шегендеу құбырлары ішінде де жүргізе беруге болады, себебі бұл зерттеу қорытындыларының сапасына шегендеу тізбегі айтарлықтай әсер етпейді. Саяз тереңдіктерге ғана бұрғыланып, шегендеу тізбегімен бекітілген ұңғыма оқпандарында каротаждық жұмыстар мүлдем жүргізілмейді, мұндай оқпандардың қимасын құрайтын таужыныс қабаттары өзге зерттеулердің нәтижелерімен толық сипатталуы тиіс.

Терең ұңғымаларда өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеулер ұңғыма оқпаны әрбір өнімді (мұнайлы, газды, конденсатты) горизонттан (свитадан) өткен сайын жүргізіліп отыруы тиіс. Зерттеуді осылайша жүргізу тиімді нәтижелер алуға көмектеседі, себебі ол мына мәселелерді уақтылы шешуге мүмкіндік береді: 1) әрбір өнімді горизонтты (свитаны) жан-жақты сипаттауға, әсіресе оны құрайтын таужыныстардың құрамы мен кеуектілігін анықтауға; 2) бүкіл ұңғыма

түгелімен бұрғыланып бітпей-ақ әрбір өнімді горизонттар жайлы қажетті мағұматтарды уақтылы жинақтап отыруға; 3) ұңғыма бұрғылау процесі кенеттен сәтсіздікке ұшырап (мәселен, апатты жағдайлар туындап), сол ұңғыманы жоспарланған тереңдікке дейін бұрғылау мүмкіндігі жүзеге аспай қалған жағдайда, аталған апатқа шейін бұрғыланып өтілген таужыныстар кимасы жайлы деректерді алып үлгеруге.

Ұңғыма жобаланған тереңдікке дейін сәтті бұрғыланып біткен жағдайда, өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеулер кешені шама келгенше тезірек (әрі кеткенде 5-6 тәулік ішінде) жүргізіліп бітуі тиіс, себебі шегенделіп бекітілмеген ұңғыма оқпанының қабырғасы жапырыла құлау қаупі күн өткен сайын арта түсетіндігі түсінікті. Тағы бір ескерілуі тиіс жайт – ұңғыма оқпаны зерттеу алаңшасындағы ең төмен (терең) орналасқан өнімді горизонт табынынан 50-150 м-дей тереңірек бұрғылануы тиіс.

Мұнайлы (газды, конденсатты) жатын өте қалың болған жағдайда (мәселен, жалпы қалыңдығы 1000-2000 м аралығында немесе одан да қалыңырақ), өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеулер кешені осы қалыңдық ауқымында әрбір 200-300 м сайын жүргізілгені дұрыс, және де осы зерттеулер нәтижесінде алынған каротаж диаграммалары бір-бірін 50-60 м шамасында қаусырып отырғаны тиімді. Бұл іс-шаралар алынған деректердің шындыққа сәйкестігін тексеруге және олардың ақпараттылығын арттыруға көмектеседі.

Өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеу әдістері көптеп саналады, бұлардың ішінде мұнай-газ геологиясында жиірек қолданылатындары электрлік каротаж бен радиоактивтік каротаж әдістері кешенінің арнаулы түрлері. Соларды қысқаша ғана сипаттап өтелік.

Стандартты электрлік каротаж электрлік каротаждың жекелеген түрлерін біріктіретін зерттеу кешені, ал **электрлік каротаж** бұрғылау ұңғымасы оқпанында өздігінен пайда болатын немесе жасанды түрде туындатылатын электр өрісінің әр түрлі көрсеткіштерін өлшеуге негізделген каротаж әдістерінің жиынтығы екендігі белгілі. Стандартты электрлік каротаж «кедергі каротаждың мен «өздігінен полюстену потенциалының каротаждың екеуінен тұратын, ұзындығы зерттеу алаңшасының геологиялық-физикалық жағдайына қарай таңдалып алынатын потенциал-зонд немесе градиент-зонд көмегімен өлшенетін каротаж. Стандартты электрлік каротаж барысында өлшенетін негізгі көрсеткіштер – таужыныстардың көріністі меншікті электрлік кедергісі (әдетте KC , ρ шартты белгілерімен көрсетіледі) және электр өрісінің потенциалы ($ПC$).

Зерттеліп отырған таужыныс қабатын сипаттау үшін аталған екі көрсеткіш бір-бірімен салыстырыла сараланады.

Стандартты электрлік каротаж үш зонд көмегімен жүргізіледі, бұл зондтардың электродтарын оқпанда орналастыру нүктелерінің бір-бірінен алшақтығы зерттеліп отырған таужыныстардың құрамына, зерттеу нысанының қалыңдығына қарай таңдалады. Сондықтан бұл мөлшер әртүрлі аймақтарда түрліше болатындығы түсінікті. Мәселен, Каспий маңы ойысы ауқымындағы құрылымдарда бұл мөлшер көрсеткіштері – В 0,5 А 2,5 М болса, Түрікменстан аумағында – В 0,25 А 2,5 М т.с.с.

Бүйірлік каротаж – кедергі каротажының зондтарының конструкциясы өзіндік ерекшеліктерімен сипатталатын жеке түрі. Бүйірлік каротаж зондында басты токтік электрод қосымша қалқалық электродтардың аралығына орналастырылады. Өнеркәсіптік геофизикада үш электродты және жеті электродты зондтар жиі қолданылады, Қазақстанда жеті электродты зондтар көмегімен зерттеу әдісі әсіресе көбірек тараған.

Микрозондтармен каротаждау әдісі кедергі каротажының ұңғыма оқпаны қабырғасына жанастырылған шағын мөлшерлі каротаж зондтарын пайдаланып жүргізілетін жекелеген түрі. Қазақстанның мұнайлы алаптарында бұл зерттеу әдісі мөлшері жағынан жеті түрлі зондтар көмегімен жүргізіліп келеді.

Радиоактивтік каротаж – таужыныстардың табиғи немесе жасанды түрде туындаталған радиоактивтілігінің қарқындылығын өлшеуге негізделген ұңғыманы геофизикалық әдістермен зерттеу жиынтығы. Мұнай-газ геологиясында гамма каротаж (ГК) және нейтрондық гамма каротаж (НГК) жиі қолданылады. *Гамма каротаж* таужыныстар құрамындағы радиоактивті элементтердің өздігінен ыдырауы нәтижесінде туындаған табиғи гамма-сәулелер қарқындылығын зерттеуге негізделсе, *нейтрондық гамма каротаж* таужыныстарды жүйрік нейтрондармен ұрғылау нәтижесінде туындаған радиациялық тұтқындалу гамма-сәулесі қарқындылығын өлшеуге негізделген.

Гамма-сәулелер қарқындылығы арнаулы есептеуіш (счетчик) көмегімен өлшеніп, таспаға автоматты түрде тіркеліп отырады, бұл мәліметтер арнаулы каротаж диаграммасы түрінде жасақталады. Табиғи радиоактивтілік қасиет ұсақ дисперсиялы таужыныстарда, яғни саздарда ірі түйірлі немесе кристалды денелер болып табылатын құмтастармен, әктастармен, ангидриттермен, гипстермен, ас тұзымен, т.с.с. салыстырғанда мольрақ байқалады. Соңғы таужыныстар құрамында саз тозандарының қосымшалары мольрақ болған жағдайда

да олардың радиоактивтік қабілеті күшейе түседі. Соңғы жылдары нейтрондық гамма каротаж әдісіне көбірек көңіл бөлініп жүр. Бұл әдіс кима бойындағы таужыныстарды нейтронмен жасанды түрде атқылап, олардан туындаған гамма-сәулелерді тіркеуге негізделетіндігі жоғарыда айтылды.

Гамма-сәулелердің таралуы сутек атомдарымен тығыз байланысты болғандықтан, бұл каротаждық зерттеу әдістері мұнайлы және сулы таужыныс қабаттарын даралауда өте тиімді әдістер болып табылады. Мәселен, жоғарыда сөз болған электрлік каротаж әдістері көмегімен мұнайлы қабатты газды қабаттан даралау мүлдем мүмкін емес, ал мұнайлы горизонттарды сулы горизонттардан айыру көп қиындық туғызбайды. Сондықтан да электрлік каротаж әдістері мен радиоактивтік каротаж әдістерін кешенді түрде қолдану өте тиімді, бұл жағдайда газ-су, газ-мұнай, су-мұнай жапсарларының бәрі де оп-оңай анықталады. Нейтрондық гамма каротаж әдісінің көмегімен табиғи мұнай жатындарының үстіңгі бөлігінде жинақталатын газды тақияның мұнай жатынының беткі жазықтығымен шекарасы (газ-мұнай жапсары) ғана емес, осы шекараның уақыт өткен сайын өзгеру динамикасын да қадағалауға болады. Ал сөз болып отырған зерттеу әдістерінің өнімді горизонттарды танып білуге және олардың мөлшерлік көрсеткіштерін анықтауға тигізер пайдасы ұшан-теңіз. Радиоактивтік каротаждың мұнай мен газ қорларын есептеу, таужыныстардың тұтқыштық қабілетін анықтау сияқты маңызды мәселелерді табысты шешу тиімділігі де жоғары.

Акустикалық каротаж – таужыныстар арқылы өтетін ультрадыбысты және дыбысты диапазондардағы серпінді толқын сипаттарын зерттеуге негізделген каротаж түрі. Каротаждық зерттеулердің бұл түрі мұнай-газ геологиясында сирегірек қолданылады.

Ұңғыма ұраметриясы (кавернметриясы) бұрғылау ұңғымасы окпанының диаметрін өлшеу әдісі. Өлшеу нәтижесі "каротаждық ұраграмма" түрінде кескінделеді, ол ұңғыма диаметрінің тереңдеген сайын өзгеру (әдетте кішірею) сипатын кескіндейтін қисық сызық болып табылады. Ұңғыма ұраметриясы нәтижесінде алынған деректер ұңғыма окпанының диаметрін анықтау үшін ғана емес, ұңғыманың геометриялық градиент мағынасын, ұңғыма құбырының сыртын тығындайтын цемент мөлшерін, қажетті температуралық мағұлматтарды нақтылау үшін де пайдалынылады.

3.6. Каротаждық зерттеу нәтижелерін геологиялық зерттеу қорытындыларымен сәйкестендіріп өңдеу

Бұрғылау оқпанынан алынған тасбағандарды және шламнан алынған үгінді түйірлерді зерттеу сол ұңғыма оқпаны аршыған қиманы толық сипаттап беруге мүлдем жеткіліксіз болуы біршама жиі кездесетін жайт. Мұндайда аталған зерттеулер нәтижесін толықтыра түсу үшін сол ұңғыма оқпанында жүргізілген, сол сияқты осы зерттелу алаңшасында немесе оған көршілес орналасқан өңірлерде бұрынырақ бұрғыланған ұңғыма оқпандарынан алынған өнеркәсіптік-геофизикалық (каротаждық) зерттеу нәтижелері қосымша түрде пайдаланылады. Ұңғымаларды зерттеудің жоғарыда аталған екі түрін бір-бірімен орайластыра жүргізген жағдайда ғана оқпан толық зерттелетін болады, сөйтіп ол аршыған қима жөнінде жан-жақты мағұмат алынады, яғни бұрғыланған өңір қойнауларын құрайтын таужыныстардың литологиялық құрамы, кеуектілік көрсеткіштері, жекелеген қабаттардың қалыңдығы, олардың мұнай-газ жатындарын кіріктіру мүмкіндігі, т.с.с. мұнай-газ геологиясы үшін өте маңызды деректер жинақталады.

Каротаждық зерттеулерді жүргізу барысында бұрғылау ерітіндісінің тұщы суға немесе ащы суға ерітілгендігі ескерілуі тиіс. Егер ерітінді тұщы суға дайындалған болса, каротаж материалдары да барынша анық, ал ащы суға ерітілген жағдайда, алынған деректер біршама бұлыңғыр сипатты иеленетін болады. Мұның басты себебі жерасты суларының көбінесе минералданған күйде болатындығында, яғни ащы немесе ашқылтым болып келетіндігінде. Сондықтан да тұщы суға дайындалған бұрғылау ерітіндісі қойнауқаттық сулардан анық ерекшеленеді, бұл, жайт, өз кезегінде, алынған мағұматтардың да анық болуын қамтамасыз етеді; ерітінді ащы суға дайындалған жағдайда, ол ұңғыма оқпанындағы табиғи жерасты суларынан анық ерекшелене алмайды, сөйтіп каротаждық мәліметтердің де бұлыңғырлау болуына себепкер болады.

Шөгінді таужыныстардың литологиялық құрамына және бұрғылау ерітіндісінің ащы-тұщылығына қарай кейбір каротаж диаграммаларының қалайша өзгеретіндігі жайлы қысқаша мағұмат беріп өтейік.

Ұңғыма оқпанындағы *сазды қабаттар* стандартты электр каротажының меншікті электрлік кедергі (*КС*) диаграммасында ең аз мөлшермен (1-10 ом.м, сирегірек 20-30 ом.м-ге дейін), ал электр өрісі потенциалының көрсеткіші (*ПС*) диаграммасында, керісінше, ең жоғары мөлшермен сипатталады. Алайда аталған көрсеткіштер

осындай сипатты иелену үшін бұрғылау ерітіндісінің минералдану дәрежесі (тұщылығы) қойнауқаттық сулардың минералдану дәрежесінен әлдеқайда төмен болуы тиіс. *Саздар* гамма каротаж (*ГК*) диаграммасында ең жоғары мөлшермен, ал нейтрондық гамма каротаж (*НГК*) диаграммасында ең төмен мөлшермен сипатталатын болады. Ұраграммада (кавернограммада) *саз қабаттарының* тұсындағы ұңғыма диаметрі қалыпты көрсеткішпен салыстырғанда біршама тарылғандығын байқауға болады.

Құм яғни құмтас қабаттары КС (меншікті электрлік кедергі) диаграммасында әдетте ең жоғары көрсеткішпен сипатталады (1000 ом.м-ге дейін өсуі мүмкін). Алайда мұндай жоғары көрсеткіш мұнай тамшыларын, газ тозаңдарын, немесе қойнауқаттық тұщы су тамшыларын кіріктірген кеуекті құмдар мен құмтастарға ғана тән. Егер құм немесе құмтас қабаттары ащы сумен қаныққан болса, онда *КС* көрсеткіші анағұрлым кемиді, тіпті ең аз көрсеткішпен сипатталатын болады. Бұрғылау ерітіндісі тұщы суға дайындалған жағдайда *ПС* (электр өрісінің потенциалы) көрсеткіші күрт кеміп, ең аз мөлшермен сипатталатын болады. *ГК* (гамма каротаж) диаграммасында *құм қабаттары* тұсында төмен дәрежемен, ал *НГК* (нейтрондық гамма каротаж) диаграммасында орташа мөлшермен сипатталады. Ал егер қойнауқаттық қабат борпылдақ *құмдардан* емес, қатайған *құмтастардан* тұрған жағдайда, *НГК* көрсеткіші күрт өседі, тіпті ең жоғарғы көрсеткішпен сипатталатын болады. Ұраграммада (кавернограммада) құмтас қабаттары ұңғыма диаметрінің қалыпты жағдайымен сипатталады.

Карбонатты таужыныс қабаттары КС (меншікті электрлік кедергі) диаграммасында ең жоғарғы көрсеткішпен сипатталады, бұл көрсеткіш кейде он мыңдаған *ом.м-ге* дейін жетуі мүмкін. Алайда *ПС* (электр өрісінің потенциалы) көрсеткіші әртүрлі дәрежеде өзгеріп отырады, мұндай жайт әсіресе *карбонатты қабат* құрамында жұқа-жұқа *саз қабатшалары* ұшырасқан жағдайда жиі байқалады. Соңғы жағдайда *ПС* мөлшерінің салыстырмалы түрде өсу деңгейлері карбонаттар арасындағы саз қабатшаларының тұсына сәйкес келетіндігін ескеру қажет. *Карбонатты таужыныс* қабаттарының ұңғыма оқпанында орналасу деңгейлерін, олардың кеуектілік дәрежесін және флюидтермен қанығу дәрежесін анықтауға көмектесетін бірден-бір диаграмма – *НГК* (нейтрондық гамма каротаж) диаграммасы, бұл диаграммада жоғарыда аталған ерекшеліктермен сипатталатын *карбонатты таужыныстар* орналасқан деңгей максимуммен ерекшеленеді. *Карбонатты таужыныс* қабаттары тұсында ұңғыма оқпанының диаметрі орташа 80

(қалыпты) мөлшерде сақталады, бұл жайт ұраграмма (кавернограмма) диаграммасынан көрініс табады.

Гидрохимиялық таужыныстар КС (меншікті электрлік кедергі) көрсеткішінің азды-көпті жоғарлауымен сипатталса, **ПС** (электр өрісінің потенциалы) диаграммасында бұл таужыныстар ешбір ауытқусыз бірқалыпты көрсеткіштермен сипатталатын болады. Тұзды қабаттар жоғары радиоактивтілік көрсеткішімен сипатталады, ал өзге *гидрохимиялық таужыныстардың* бұл көрсеткіші төмен мөлшермен сипатталады. **НГК** (нейтрондық гамма каротаж) диаграммасында ең жоғарғы көрсеткіштер ангидриттер мен хлоридтерден тұратын қабаттардың тұсына сәйкес келеді.

Каротаждық диаграммалардың жоғарыда келтірілген өзгерістері ұңғыма оқпаны аршыған таужыныстардың литологиялық құрамын анықтауда маңызды рөл атқаратындығы ешбір күмән келтірмейді, алайда бұл мәліметтердің ақпараттылығы каротаждық зерттеулерді нақтылы геологиялық зерттеулермен (тасбағанды, шламды зерттеу) кешенді түрде жүргізгенде ғана тиімді екендігін тағы бір ескертеміз.

Бұрғылау оқпандарында аршылған таужыныс қабаттарының көмірсутекті газдарымен қанығу мүмкіндіктерін анықтауда *газдық каротаж әдісі* де қолданылатындығы, газдық каротаж барысында оның нәтижелері арнаулы диаграммалар түрінде алынатындығы оқулықтың 1.4-тарауында айтылды. Бұл жерде газдық каротаж бұрғылау ерітінділеріне өнімді қабаттардан енген табиғи газ "көпіршіктерін" зерттеуге негізделетіндігін, зерттеу нәтижесінде алынған диаграммалар автоматты түрде жазылатындығын атап көрсетеміз. Аталған диаграмманың ордината өсінде ұңғыманың тереңдігі, ал абцисса өсінде бұрғылау ерітіндісіне ілесе көтерілген көмірсутекті газдардың пайыздық мөлшері мен құрамы жазылады. Диаграммада әдетте екі қисық сызықтар жүйесі жазылады, оның біріншісі қойнауқаттық көмірсутекті газдардың жалпылама құрамын сипаттаса, екінші қисық сызықтар ауыр көмірсутекті газдардың мөлшерін бөлек сипаттайды.

Газдық каротаж диаграммасының мәліметтері шырайлылық (люминисценттік) талдау көрсеткіштерімен салыстырылуы тиіс. Егер бұрғылау ерітіндісіне енген газ таза табиғи көмірсутекті газ болса, онда бұл деңгейден көтерілген бұрғылау ерітіндісі шырайланбайды. Ал газдық каротаж анықтаған газ бұрғылау аспабының апаты кезінде оқпанға жинақталып қалған қойнауқаттық мұнайдан бөлінген газ болған жағдайда, мұндай ерітінді шырайланатын болады.

Ұңғыма оқпаны аршыған қиманы геологиялық тұрғыдан сипаттау барысында *ұраграммалық (кавернограммалық) зерттеулер*

жүргізу де өте маңызды, себебі ұңғыма оқпаны диаметрінің өзгерістері сол өзгерістер деңгейінде қандай таужыныстар орналасқандығын шамалауға мүмкіндік береді. Мысалы, әктастар, доломиттер, сазды құмтастар, құмайттастар (алевролиттер) ұраграмма диаграммасында ұңғыманың қалыпты диаметрімен сипатталса, борпылдақ таужыныстардан тұратын деңгейлер диаметрінің кенейе түсуімен, ал сазды, тұзды және аргиллитті қабаттардың деңгейі диаметрінің тарыла түсуімен ерекшеленеді.

Ұраграмма диаграммаларын талдау барысында мына мәселелерге көңіл аудару қажет: а) кеуекті таужыныстар деңгейі әдетте оқпан диаметрінің қалыпты жағдаймен салыстырғанда тарыла түсуімен сипатталады, алайда осы кеуекті таужыныс қабаттары саз қабатшаларымен алмаса қат-қабатталған болса, бұл деңгейлердегі ұңғыма оқпаны диаметрінің кенейе түсуі мысалдары да ұшырасады; ә) қатты құмтастардан және алевролиттерден тұратын қабаттардың ұраграммадағы көрінісі стандарттық электрлік каротаж диаграммасындағы көрініспен өте жақсы сәйкеседі; б) қатты құмтас және алевролит қабаттары өте жұқа саз қабатшаларын кіріктірген жағдайда, мұндай күрделі кима ерекшелігін стандарттық электрлік каротаж диаграммасы анық жіктеуге дәрменсіз, алайда бұл ерекшелік ұраграмма диаграммасында жақсы көрінеді.

3.7. Ұңғыма оқпандары аршыған таужыныс қабаттарының қимасын тұрғызу

Ұңғыма оқпандарында жүргізілген бүкіл зерттеулердің негізгі мақсаттарының бірі сол оқпан аршыған қиманы және бұрғыланған оқпандарға қатысты техникалық-технологиялық ерекшеліктерді көрсететін арнаулы график тұрғызу. Бұл маңызды мақсатқа қол жеткізу үшін жүргізілген зерттеулер кешенінің (тасбағандар мен шламдарды зерттеу, өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеулер, геохимиялық зерттеулер, т.с.с.) нәтижелері түгелімен пайдаланылады.

Қима арнаулы масштабта және арнаулы шартты белгілерді пайдалану арқылы тұрғызылады. Осы қимамен орайлас тұрғызылатын арнаулы графикте мұнай, газ, конденсат және жерасты суы байқалған деңгейлер, таужыныс қабатшаларының деформацияға ұшырау белгілері анықталған деңгейлер, бұрғылау ерітіндісінің айналымы (циркуляциясы) болмай қалған тереңдіктер, шегендеу құбырлары түсірілген тереңдіктер, олардың диаметрі, шегендеу тізбегін дәнекерлеген цементтердің орналасу биіктігі, т.с.с. маңызды мәліметтер көрсетіледі. Қолданылған шартты белгілер бүкіл

құжаттарда бір типті болуы тиіс, себебі зерттеу алаңшасында немесе бүкіл зерттеу ауданында бұрғыланған әртүрлі ұңғымалардың мұндай графиктерін әртүрлі шартты белгілер көмегімен хаттау ұқсас деректерді бір-бірімен салыстыруға, сөйтіп бүкіл алаңша немесе аудан бойынша қорытынды тұжырымдар жасауға кеселін келтіреді.

Осылайша дайындалған қималар сериясы 1:500 немесе 1:1000 масштабта ватман қағазға түсіріледі. Қималар әдетте қара тушпен тұрғызылады, ондағы жекелеген стратиграфиялық бірліктер (свиталар) өздерінің геологиялық көнелік көрсеткіштеріне сәйкес әртүрлі түстерге боялады. Қималар сериясында мына мәліметтер анық оқшаулануы тиіс: а) стратиграфиялық бірліктер, яғни жекелеген свиталар, белдемдер, жікқабаттар, горизонттар, т.с.с. тасбағанды (кернді) зерттеу барысында табылған макрофауна немесе микрофауна қалдықтарын, немесе көне өсімдіктердің тұқым-тозандарды зерттеу нәтижелеріне сәйкес дараланады; ә) әртүрлі таужыныстардың тұтас стратиграфиялық бірліктері ауқымында ұшырасатын шағын будалар (пачка), қабатшалар, линзалар жеке-жеке текшелерге дараланып көрсетіледі, әсіресе сазды, карбонатты, құмтасты, құмайтасты будаларды бөлек-бөлек көрсету өте маңызды; б) қиманы құрайтын литологиялық таужыныс қабаттарының қандай деңгейлерінде (тереңдіктерінде) мұнай, газ, конденсат, су белгілері ұшырасқандығы жіктеліп көрсетіледі. Қимадағы негізгі горизонттар рим цифрімен, оларды құрайтын қосымша маңызды қабатшалар мен будалар араб цифрімен белгіленеді. Зерттеу алаңшасында немесе ауданында бұрғыланған бүкіл ұңғымалардың әрбіреуі бойынша тұрғызылған жекелеген қималар жиынтығы бір-бірімен сәйкестіріліп, ашылған (зерттелген) мұнай (газ, конденсат) кенорнының жалпылама пішіні алынады.

Ұңғымалар бұрғылау нәтижесінде алынған деректер негізінде тұрғызылған қималарға тиесілі стратиграфиялық бірліктердің орналасу реті бүкіл дүние жүзі геологтары пайдаланатын "Бірегей стратиграфиялық (жержылнамалық) шкалаға" [Единая стратиграфическая (геохронологическая) шкала] сәйкес болуы тиіс. Осы шкаланың фанерозой зонасына ғана тиесілі бөлігінің жалпылама сұлбасы *3.1-кестеде* келтірілген. Архей және протерозой эондарына қатысты кестені әдейі бермей отырмыз, себебі мұнай-газ кенорындары бұл көне жаралымдарда ұшыраспайды десе де болады.

Фанерозой эонына қатысты стратиграфиялық (жержылнамалық) шкаланың жалпы сұлбасы

3.1-кесте

Эратема (эра)	Жүйе (кезен)	Көне­лігі	Бөлім (дәуір)	Жікқабат (ғасыр)	Индексі	
1	2	3	4	5	6	
Кайнозой KZ	Төрттік Q	1,8	Голоцен		Q ₂	
			Плейстоцен		Q ₁	
	Неоген N	23,5	Плиоцен		N ₂	
			Миоцен		N ₁	
	Палеоген P	65	Олигоцен		P ₃	
			Эоцен		P ₂	
Палеоцен				P ₁		
Мезозой MZ	Бор K	135	Жоғарғы (соңғы)	Маастрихт	K _{2m}	
				Кампан	K _{2km}	
				Сантон	K _{2st}	
				Коньяк	K _{2k}	
				Турон	K _{2t}	
			Сеноман	K _{2s}		
			Төменгі (алғашқы)	Альб	K _{1al}	
				Апт	K _{1a}	
				Баррем	K _{1br}	
				Готерив	K _{1g}	
				Валанжин	K _{1v}	
Барриас	K _{1b}					
Юра I	203		Волга (титон)	I _{3v} (I _{3tt})		
			Киммеридж	I _{3km}		
			Оксфорд	I _{3o}		
			Келловей	I _{3k}		
		Ортаңғы	Бат	I _{2bt}		
			Байос	I _{2b}		
			Аален	I _{2a}		
		Төменгі (алғашқы)	Тоар	I _{1t}		
			Плинсбах	I _{1p}		
			Синемюр	I _{1s}		
			Геттанж	I _{1g}		
		Триас T	250	Жоғарғы (соңғы)	Ретий	T _{3r}
					Норий	T _{3n}
					Карний	T _{3k}
Ортаңғы	Ладин			T _{2l}		
	Анизий			T _{2a}		
Төменгі (алғашқы)	Оленек			T _{1o}		
	Инд			T _{1l}		
Палеозой PZ	Пермь P	295	Жоғарғы (соңғы)	Татар	P _{2t}	
				Қазан	P _{2kz}	
				Уфа	P _{2u}	
			Төменгі (алғашқы)	Кунгур	P _{1k}	
				Аргин	P _{1ar}	

3.1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	
				Сакмар	P _{1s}	
				Ассель	P _{1a}	
	Таскөмір (карбон) C	355	Жоғарғы (соңғы)	Ортаңғы	Гжель	C _{3g}
					Қасымов	C _{3k}
			Төменгі (алғашқы)	Мәскеу	C _{2m}	
				Башқұр	C _{2b}	
				Серпухов	C _{1s}	
				Визе	C _{1v}	
	Турне	C _{1t}				
	Девон D	410	Жоғарғы (соңғы)	Ортаңғы	Фамен	D _{3fm}
					Фран	D _{3fr}
			Төменгі (алғашқы)	Живет	D _{2zv}	
				Эйфель	D _{2ef}	
				Эмск	D _{1e}	
				Зиген (прага)	D _{1zq} (D _{1p})	
	Жедин (лохков)	D _{1z} (D _{1l})				
	Силур S	435	Жоғарғы (соңғы)	Төменгі (алғашқы)	Даунтон (пржидоль)	S _{2d} (S _{2p})
					Лудлов	S _{2ld}
			Венлок	S _{1v}		
			Лландоверий	S _{1l}		
	Ордовик O	500	Жоғарғы	Ортаңғы	Ашгиль	O _{3as}
					Кародок	O _{2k}
			Төменгі (алғашқы)	Лландейло	O _{2ld}	
				Лланвирн	O _{2l}	
				Арениг	O _{1a}	
				Тремадок	O _{1t}	
	Кембрий Є	540	Жоғарғы (соңғы)	Ортаңғы	Ақсай	Є _{3ak}
Сак					Є _{3s}	
Аюсоққан					Є _{3as}	
Төменгі (алғашқы)			Май	Є _{2m}		
			Амгин	Є _{2am}		
Төменгі (алғашқы)			Тойон	Є _{1tn}		
			Ботом	Є _{1b}		
			Атдабан	Є _{1at}		
Томмот	Є _{1t}					

P.S. Жүйелердің көнелік көрсеткіштері 2000 жылы Халықаралық геологиялық конгресте бекітілген мәліметтер бойынша берілді

Тарау бойынша бақылау сұрақтары

1. Геологиялық-техникалық нарядқа сәйкес белгіленген мақсат-мүдделерді орындау үшін кәсіпшілік геологы қандай іс-шараларды тындыруы тиіс?

2. Бұрғылау ерітіндісінің қажетті сапасын қамтамасыз ету шарттары қандай?

3. Ұңғыма оқпанын жугыштап тазарту және бұрғылау қиындықтарымен күресу үшін қандай-қандай жұмыстар атқарылуы тиіс?

4. Ұңғыма оқпанынан тасбаған (керн) алу, оны хаттау және зерттеу жұмыстарының мазмұнын рет-ретімен баяндап беріңіз.

5. «Тасбаған шығымы» дегеніміз не, оның мөлшері қандай болуы тиіс? «Грунталғыш» аспабы қандай жағдайда қолданылады?

6. Іздеу, барлау, шектемелеу (кемерлеу), барлау-сынамалау, өндіру және игерім ұңғымалары бір-бірінен несімен ерекшеленеді?

7. Тасбаған (керн) не үшін зерттеледі? Оны зерттеу жұмыстарының мазмұнын сипаттап беріңіз. Тасбағанның мұнайлы горизонттан алынғандығы қалайша анықталады?

8. Ұңғыма оқпаны қиып өткен таужыныстардың литологиялық құрамын, физикалық, палеонтологиялық және тектоникалық ерекшеліктерін анықтау мақсатында тасбағандарды (керндерді) зерттеу мазмұнын айтып беріңіз.

9. Ұңғыма оқпанынан алынған флюидтерді (мұнайды, газды, конденсатты, жерасты суларын) зерттеу жұмыстарын сипаттап беріңіз.

10. Ұңғыма оқпаны қиып өткен таужыныс қабаттарын бұрғылау жылдамдығындағы өзгерістер тұрғысынан зерттеу шараларын сипаттап беріңіз.

11. «Танымал горизонттар» дегеніміз не? Оларды зерттеудің мұнай-газ геологиясындағы рөлі қандай?

12. «Бұрғылау иламы» дегеніміз не? Бұрғылау иламын зерттеу қандай ретпен жүргізіледі және мұндай зерттеулер не үшін қажет?

13. Гранулометрлік, минералогиялық, микрофауналық, тұқым-тозаңдық және шырайлылық-таушайыртанымдық талдау әдістерінің мақсат-мүдделері мен мазмұндарын сипаттап беріңіз.

14. Каротаждық (өнеркәсіптік-геофизикалық) зерттеулер қандай мәселелерді шешуге көмектеседі, бұл зерттеулер әдетте қандай масштабта жүргізіледі?

15. Стандартты электрлік каротаж және бүйірлік каротаж жұмыстарын сипаттаңыз; олар қандай физикалық параметрлерді

өлішеуге негізделген, бұл каротаждық зерттеу түрлері көмегімен мұнай-газ геологиясының қандай мәселелерін шешуге болады?

16. Радиоактивтік каротаж бен акустикалық каротаж жұмыстарын сипаттаңыз; олар қандай физикалық параметрлерді өлішеуге негізделген, бұл каротаждық зерттеу түрлері көмегімен мұнай-газ геологиясының қандай мәселелерін шешуге болады?

17. «Ұңғыма ұраметриясы» дегеніміз не? Мұндай зерттеулер қандай мәселелерді нақтылауға көмектеседі?

18. Каротаждық зерттеу нәтижелерін геологиялық зерттеу қорытындыларымен сәйкестендіру (корреляциялау) шараларының мазмұнын сипаттаңыз.

19. Ұңғыма оқпаны аршыған таужыныс қабаттарының қимасын тұрғызу қандай мәліметтерге негізделеді?

20. Ұңғыма оқпаны аршыған таужыныс қабаттарының қимасы қандай масштабтарда тұрғызылады және оларда қандай мәліметтер айырықша көрсетілуі тиіс?

4. БҰРҒЫЛАУ ҰНҒЫМАЛАРЫНАН АЛЫНҒАН МАҒЛҰМАТТАРДЫ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ӨНДЕУ

4.1. Мұнай, газ, конденсат кенорындарының жер қойнауында орналасу ерекшеліктері

Мұнай, газ, конденсат кенорындары көне және жас платформалардың платформалық тыс деп аталатын қабатының қимасында, жер қойнауының әртүрлі тереңдіктерінде шоғырланатындығы белгілі. Олар тереңдіктерде орналасқандықтан, бұл кенорындардың болмыс-бітімін жерүсті зерттеулері көмегімен танып-білуге болмайтындығы түсінікті. Сондықтан көмірсутек кенорындарын іздеу, барлау, олардың тереңдіктердегі орналасу ерекшеліктерін анықтау, қорын есептеу, сөйтіп осылайша зерттелген кенорындарды игеру тек қана бұрғылау ұнғымалары көмегімен жүзеге асырылады.

Планетамыздың жер қыртысы деп аталатын беткі қабығы әртүрлі таужыныс қатқабаттарынан тұратындығы белгілі. Бұл қатқабаттар жер тарихының әртүрлі эраларында, кезеңдерінде, дәуірлерінде және ғасырларында түзілгені белгілі (*3.1-кестені* қараңыз). Геологиялық эралардың ұзақтығы – жүздеген млн., кезеңдер – ондаған млн., дәуірлер – миллиондаған жылдармен өлшенеді, геологиялық ғасыр ондаған-жүздеген мың, кейде тіпті бірнеше млн. жылдарға созылады. Осы уақыттар ішінде түзіліп үлгерген таужыныс қатқабаттарын, жоғарыдағы иерархиялық бағыныштылыққа сәйкес, эратема (топ), жүйе, бөлім және жікқабат деп атайды (*3.1-кестеге* қараңыз). Жердің планета ретінде жарала бастау сәтінен бері шамамен 4,5 млрд. жыл уақыт өткен деп есептеледі, бұл көрсеткіш жерге мезгіл-мезгіл құлап тұратын жасынтастардың (метеориттердің) геологиялық көнелігін анықтау нәтижесінде белгілі болған. Жер қыртысына тиесілі ең көне таужыныстар "сұрғылт гнейстер" деп аталады, олардың геологиялық көнелігі шамамен 4,0-3,9 млрд. жыл. Бұл көрсеткіш планетамыздың геологиялық нысан ретінде дами бастау уақытын белгілейді. Осы көрсеткіштен бергі уақыт аралығында жер тарихында бес эра бір-біріне алмасқан деп есептеледі, олар архей, протерозой, палеозой, мезозой және кайнозой эралары. Адам баласы қазіргі таңда кайнозой эрасының төрттік кезеңінде өмір сүруде. Көмірсутек кенорындары негізінен палеозой, мезозой және кайнозой эраларында қалыптасқан шөгінді таужыныстардың қатқабаттарында ұшырасады, шамамен 4000-540 млн. жылдар аралығын қамтитын архей және протерозой

эраларында қалыптасқан таужыныстар планета тарихының кейінгі эраларында метаморфтық өзгерістерге ұшыраған, қарқынды деформацияланған (қатпарланған), бұл қатқабаттардан мұнай-газ кенорындары әзірге табылған емес.

Көмірсутек жатындары көне және жас платформалардың платформалық тыс деп аталатын жоғарғы құрылымдық қабатының қимасында ғана ұшырасатындығы жоғарыда айтылды. Платформалық тыс негізінен шөгінді таужыныстардан тұрады. Рас, бұл қатқабаттар қимасында "трап" деп аталтын ақтарылма магмалық таужыныс қатқабаттары да ұшырасуы мүмкін, бірақ бұл сирек құбылыс. "Траптық магматизм" өнімдері жер жарықтарынан сығымдала көтеріліп, жер бетін көмкере төселген жамылғы түрінде көрініс береді, мұндай магмалық таужыныс жамылғылары ғаламат кең ауқымдарды қамтуы мүмкін. Мәселен Үндістанның "Дехан трапы" деп аталатын эффузиялық магмалық таужыныстардан тұратын жамылғысы ондаған мың шаршы километр аумақты алып жатыр. Алайда Қазақстан аумағының платформалық тыс қабаттарында магмалық таужыныс қатқабаттары ұшыраспайды десе де болады. Олай болса, республика аумағындағы ірілі-ұсақты платформалық тыс қабаттары мұнай-газ кенорындары қалыптасуына мүмкіндік беретін шөгінді таужыныстардан ғана тұратын бірден-бір қолайлы қима болып табылады.

Көмірсутектер, яғни мұнай мен газ негізінен органикалық заттар есебінен қалыптастындығы кітабымыздың 2.2-тақырыбы ауқымында айтылды. Планетамыздың ерте тарихында әр түрлі су алаптарында тіршілік еткен жәндіктер мен өсімдіктердің қалдықтары шөгінді таужыныстардың кейінірек түзілген қатқабаттарымен көміле беруінің нәтижесінде жер қойнауының терең деңгейлеріне душар болады. Сол тереңдіктердегі жоғары температуралар мен қысымдар әсерінен аталған органикалық қалдықтар есебінен мұнай тамшылары немесе газ тозандары пайда болады. Алғашында осылайша қалыптасқан мұнай-газ тамшылары мен тозандары қолайлы геологиялық жағдайларда мұнай-газ жатындарына, яғни кенорындарына айналады. Мұнай-газ жатыны (шоғыры) қалыптасып, ол нақтылы кенорын дәрежесін иеленуі үшін арнаулы геологиялық жағдайлар қамтамасыз етілуі тиіс. Бұл жағдайлардың ішіндегі ең маңыздысы – жер қойнауында, яғни платформалық тыс қатқабаттарының қимасында "мұнай және газ тұтқыштары" деп аталатын таужыныс қатқабаттарының арнаулы комбинациясының болуы. "Тұтқыш" (ловушка), "жинауыш" (коллектор) және "жапқыш" (покрышка) деп аталтын екі түрлі таужыныс қатқабаттарының бір-бірімен астасуымен сипатталады.

Жинауыш мұнай-газ тамшылары мен газ тозандарын өз бойынан өткізуге немесе өз бойында жинақталуына қолайлы кеуекті (куысты) таужыныстардан құралса, **жапқыш**, керісінше, аталған тамшылар мен тозандарды өз бойынан өткізбейтін мейілінше тығыз да шымыр (кеуексіз) таужыныстардан тұрады. Жапқыш жинауышты көмкеріп жатуы нәтижесінде ғана жер қойнауында мұнай-газ жатындары қалыптасады, жапқыш болмаған жағдайда жер қойнауларынан жоғары жылыстаған мұнай тамшылары жер бетіне дейін көтеріліп, кен рәсуэ болып кетеді, яғни байырғы таушайырларға (битумдарға) айналады. Сонымен **тұтқыш** дегеніміз мұнай мен газдың ауырлық күшінің әсерінен қозғалуы бағытында таужыныстардың өтімділігі өзгеруі салдарынан сол таужыныстардың мұнай мен газ жатындарын жинақтау және сақтау қабілетін қамтамасыз ететін көлемі.

Мұнай-газ тамшылары мен тозандары өздерінің жер қойнауында алғаш жаралған тереңдіктерінде іркіле берген жағдайда, "мұнай мен газдың алғашқы кенорны" қалыптастын болады. Бұл жағдай мұнай мен газдың алғаш қалыптасу орнының беткі жазықтығын сол деңгейдегі "жапқыш қабаттардың" көмкеруі нәтижесінде ғана қалыптасады. Алайда, іс-тәжірибеде "мұнай мен газдың туынды кенорындары" жиірек ұшырасады, бұлар аталған пайдалы қазбалардың алғаш жарлау орнынан жоғарырақ деңгейде шоғырланған жатындары түрінде көрініс береді. Мұның себебі, сұйық зат болып табылатын мұнайдың және газдың "мейілінше қозғалмалы" заттар санатына жататындығынан және жер қойнауындағы қысым көрсеткіштерінің тереңдеген сайын бірте-бірте артып отыратындығынан. Екінші сөзбен айтқанда, мұнай мен газдың алғаш жарлу тереңдігіндегі қысым сол деңгейден жоғарырақ орналасқан деңгейлер қысымынан жоғары, сондықтан аталған "аққыш заттар" қысымның аз мөлшеріне қарай, яғни жер бетіне қарай жылыстай (жылыстау–миграция) беруге мүдделі. Осылайша жоғары жылыстаған мұнай тамшылары мен газ тозандары өз жолында жапқыш рөлін атқара алатын таужыныс қабатына жетіп "тіреліп қалған" жағдайда ғана кенорын қалыптастын болады, ал мұндай жапқыш жоғары жылыстап келе жатқан мұнай-газ тамшылары мен тозандары жолында ұшыраспаған жағдайда, олар жер бетіне дейін көтеріледі де, байырғы таушайырға айналып кетеді.

Көмірсутек кенорындары әдетте жерасты суларымен орайлас болып келеді. Бұл үш түрлі заттың (су, мұнай және газ) кенорын ауқымында орналасу реті олардың тығыздық көрсеткішіне тікелей байланысты, яғни көбінесе сулы қабат мұнайлы қабаттан төменірек орналасса, газды қабат мұнайлы қабаттың үстіңгі өңірінен шоғырланады. Кейде газ іркілген горизонт мұнайлы горизонттардың

аралығында орналасу мысалдары да ұшырасады, мұндай жағдай қойнауқаттық қысым ерекшеліктері салдарынан газ шоғырларының "мұнайлы горизонттың үстіне қарай" көтеріле алмай тұтылып қалуы нәтижесінде туындайды. Бұл жағдайда мұнай мен газ горизонттары бір-бірімен алмасып отыруымен сипатталатын мұнай-газ жатындары қалыптасты боллады.

Жоғарыда айтылған "жинауыш" (коллектор) рөлін кез келген кеуекті шөгінді таужыныс атқара алады, әсіресе құмтастар мен әктастардың кейбір түрлерінің жинауыш рөлін атқару мысалы жиі ұшырасады. **Жинауыш** (коллектор) дегеніміз өзінің жинауыштық қабілетіне орай, суды, мұнайды, газды өз бойына шоғырлауға және оларды сүзбелеуге қабілетті таужыныс қойнауқаты.

Мұнай және газ геологиясында "жинауыштың кеуектілігі" және "жинауыштың өтімділігі" деген түсініктер өте маңызды түсініктер. **Кеуектілік** (пористость) – жинауыш рөлін атқаратын таужыныстардағы барша кеуектердің, қуыстардың, жарықшақтардың, яғни таужыныс болмысындағы бүкіл "бос кеңістіктердің" жиынтығы. Кеуектілік барша қуыстар көлемінің сол қуыстарды кіріктіретін таужыныс көлеміне қатынасымен өлшене отырып, байырғы пайыз өлшеммен өрнектеледі. **Өтімділік** (проницаемость) – таужыныстардың сұйықтарды сүзбелеу мүмкіндігімен анықталатын сипаты. **Жапқыш** (покрышка) – мұнай (газ) тұтқыштарының беткі өңірін көмкеретін, көмірсутектердің сол тұтқыш деңгейінен жоғары орналасқан горизонттарына сүзбеленуіне кедергі келтіретін тығыз да шымыр (кеуексіз) геологиялық дене (қойнауқат, қабат, қабатша, свита т.с.с.). Саз, гипс, ангидрид, тұз қабаттары, әктастардың кейбір өте тығыз түрлері жапқыш рөлін атқарады.

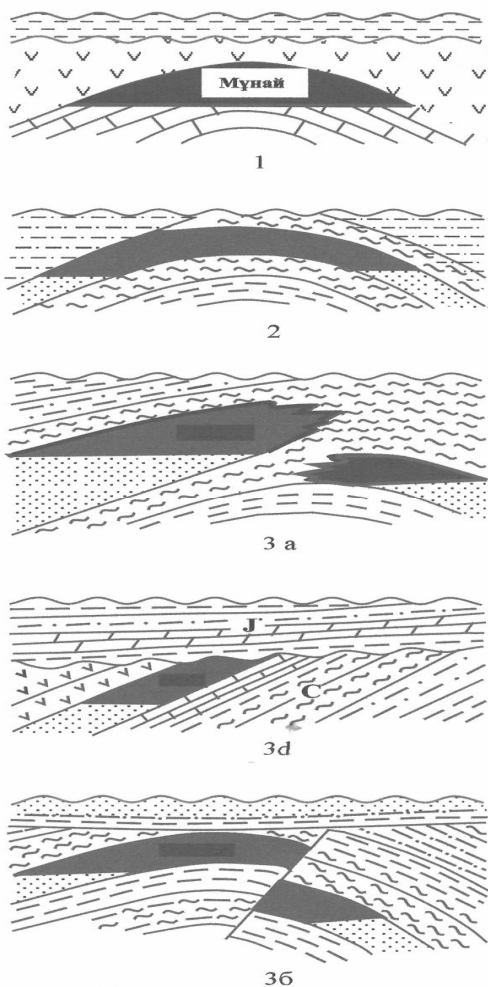
Мұнай-газ жатындары алуан түрлі геологиялық (тектоникалық) жағдайларда қалыптасады (4.1-суретті қараңыз). Жатындар "антиклин қатпарлардың құлпы" деп аталатын, сол антиклинді құрайтын таужыныс қабаттарының иілу орнында жиі ұшырасады, яғни жатын қойнауқаттардың күмбезденген өңірін, немесе қатпардың гипсометрлік тұрғыдан ең биік орналасқан бөлігін иемденеді (**антиклиндік жатын**). **Литологиялық жатындар** мұнай мен газды жақсы өткізетін таужыныс қабаттарының сүйірлене тамамдалуы (выклинование), сөйтіп олардың көнелігі өздерімен тұстас нашар өткізетін таужыныс қабаттарына алмасуы салдарынан қалыптасады. Өтімді таужыныстардың өздерінен гөрі жастау нашар өткізетін таужыныстар қабатымен нақтылы бұрыш арқылы стратиграфиялық тұрғыдан қиыла көмкерілуі нәтижесінде **үйлесімсіздік астындағы**

стратиграфиялық жатын қалыптасады. Өтімді таужыныстар қабатының өзімен үйлесімсіздік жазықтығы арқылы астасқан және өзінен көнелеу нашар өткізетін таужыныстар қабатына жанасуы, яғни оның беткі өңірін көмкеруі нәтижесінде **үйлесімсіздік үстіндегі стратиграфиялық жатын** қалыптасады. Өтімді қойнауқаттың өзінен гөрі көнелеу немесе жастау нашар өткізетін таужыныстармен дизъюнктивтік бұзылыс (жыртылыс) арқылы жапсарласуы салдарынан **дизъюнктивтік қалқаланған жатын** қалыптасады. Өтімді қойнауқат горизонтының табиғи таушайыр қабатымен бастырылуы нәтижесінде **өздігінен бастырылған жатын** қалыптасады. Жылыстай көтерілген мұнай-газ массалары қозғалысына қарама-қарсы бағытта өрбіген су ағымдарының әсерінен туындаған қысымның кедергі келтіруімен сипатталатын жерасты суының гидродинамикалық әсері нәтижесінде қалыптасқан жатынды **гидродинамикалық тұрғыдан қалқаланған жатын** деп атайды.

4.2. Ұңғыма оқпаны қималарын өзара сәйкестендіру

Бұрғылау ұңғымалары аршыған таужыныс қабаттарын бір-бірімен сәйкестендіру (корреляция) өте маңызды және мейлінше жауапты жұмыстардың бірі, себебі осы жұмыстар нәтижесінде зерттелген алаңшаның немесе кенорынның құрылыс ерекшеліктері нақтыланады, зерттелу алаңшасының ең негізгі құжаттарының бірі болып табылатын құрылымдық карталар осы сәйкестендіру материалдары негізінде тұрғызылады.

Сәйкестендіру (корреляция) дегеніміз зерттеу алаңшасында бұрғыланған бүкіл ұңғымалар арқылы аршылған қималардағы бір-бірінен алшақ немесе көршілес орналасқан, геологиялық көнелігі бір-біріне тұстас және литологиялық ерекшеліктері де бір-біріне ұқсас таужыныс қатқабаттарын немесе олардың қимасына тән кейбір дербес бөліктерін бір-бірімен сәйкестіре



4.1-сурет. Мұнай жатындарының тектоникалық құрылымдармен байланыс түрлері
Шартты белгілер:

- 1 – антиклиндік жатын; 2 – литологиялық жатын; 3а – литологиялық тұрғыдан қалқаланған жатын; 3d – стратиграфиялық тұрғыдан қалқаланған жатын;*
- 3б – тектоникалық тұрғыдан қалқаланған жатын*

отырып жалғау, сөйтіп сол зерттелген алаңның жалпылама стратиграфиялық бағанасын тұрғызу, осы қима ауқымында өнімді горизонттардың орналасу деңгейін нақтылау.

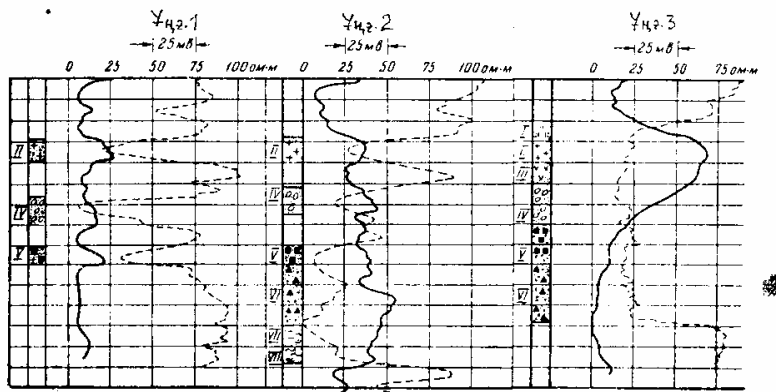
Сәйкестендіру "жалпылама сәйкестендіру" және "белдемдік сәйкестендіру" болып екі түрге бөлінеді. **Жалпылама сәйкестендіру** барысында бір-бірінен айтарлықтай өзгешеліктері жоқ біршама қалың қатқабаттар бір-бірімен жалғастырылады, ол үшін нақтылы танымал горизонттар арнаулы реперлер ретінде қаралады. **Белдемдік сәйкестендіру** (зональная корреляция) ұңғыма оқпандары аршыған қималардағы қалың қатқабаттарды ғана емес, сол қатқабаттар құрамындағы жекелеген қабатшаларды, будаларды, тіпті жекелеген линзаларды жалпылама қима ауқымында оқшаулау мақсатында жүргізіледі. Сәйкестендірудің бұл түрі геологиялық құрылысы күрделі, қиманы құрайтын қабаттар мен қабатшалардың литологиялық құрамы жиі-жиі өзгеріп отыратын, кейбір қабатшалар бұрғыланған көршілес екі ұңғыма аралығында сүйірлене тамамдалып кету (выклинование) мысалдары жиі ұшырасатын алаңшаларда жүргізіледі. Кенорынды игеру жобасын жасақтауда бұл жұмыстардың маңызы орасан зор.

Белдемдік сәйкестендірудің мысалын *4.2-суреттен* көруге болады. Мұнда 1-ші ұңғыма саз қабатшаларымен дараланған үш белдемдік горизонттарды аршығаны байқалады (II-, IV-, V-горизонттар). Көршілес 2-ші ұңғыма 1-ші ұңғыма аршыған V-горизонттың астыңғы жағында орналасқан жаңадан екі белдемдік горизонт аршыған (VI-, VII-горизонттар). Алайда бұл ұңғыма қимасының төменгі жағындағы таужыныс горизонттары аралығында саз қабатшалары болмауына байланысты, IV–VII горизонттар бір-бірімен қосыла отырып, тұтас қатқабат құраған. 3-ші ұңғыма тағы да қосымша екі белдемдік горизонт аршыған (I-, III-горизонттар), олар бұрын дараланған бес горизонтпен ұштастырылып, құмтастан тұратын бір ғана тұтас қойнауқат ретінде дараланған.

4.3. Қалыпты және типтік қималар тұрғызу

Әр түрлі ұңғымалар аршыған қималарды сәйкестендіру шаралары жүзеге асырылғаннан кейін тұтас кенорынның немесе оның нақтылы бөлігінің қалыпты (нормалық) және типтік қималары тұрғызылады. Бұл қималарда таужыныс қойнауқаттары мен горизонттарының жер қойнауында орналасу реті, олардың қалыңдықтары мен литологиялық құрам ерекшеліктері көрсетіледі. Қалыпты қимада таужыныс қабаттары мен қабатшаларының абсолюттік қалыңдықтары, ал типтік қимада қабаттың немесе қабатшаның ұңғыма оқпаны бойымен аршылған тік (вертикаль) бағыттағы қалыңдықтары анықталады. Типтік қима бұрғылау процесін геологиялық тұрғыдан бақылап отыруға көмектеседі

және оқпан түбінің (забойдың) қандай тереңдікте екендігін шамалауға мүмкіндік береді. Ұңғымалар аршыған таужыныс қатқабаты өзінің



4.2-сурет. Белдемдік сәйкестендіру принципі (түсіндірмесі мәтінде)

тұтастығымен ерекшеленген жағдайда, яғни қима литологиялық сипаты тұрғысынан түгелімен бір ғана таужыныс түрінен құралған жағдайда, тек жалғыз ғана типтік қима тұрғызуға болады. Ұңғымалар аршыған қималар тектоникалық құрылысы және литологиялық құрамы жағынан өзгермелі болып келген жағдайда кенорынның әртүрлі деңгейлерін сипаттайтын бірнеше типтік қималар тұрғызылуы мүмкін. Сөз болып отырған қималарды тұрғызу барысында ұңғымадан алынған деректермен қатар өнеркәсіптік геофизикалық зерттеу (каротаж) нәтижелері де ескеріледі. Бұл жағдайда қиманың сапасы мен маңызы, оның деректілік дәрежесі айтарлықтай арта түседі.

Мұнай және газ кенорындарында көбінесе тік (верикаль) бағыт бойынша тұрғызылған типтік қималар, ал барлау алаңшаларында қабаттардың абсолюттік қалыңдығын анықтайтын қалыпты қималар тұрғызылады. Ұңғыма оқпаны қарқынды қатпарланған, яғни қабаттардың астасу элементтері жиі-жиі өзгеріп отыратын, тектоникалық тұрғыдан күрделі қабаттар жиынтығын аршыған жағдайда көбінесе қалыпты қима тұрғызылады.

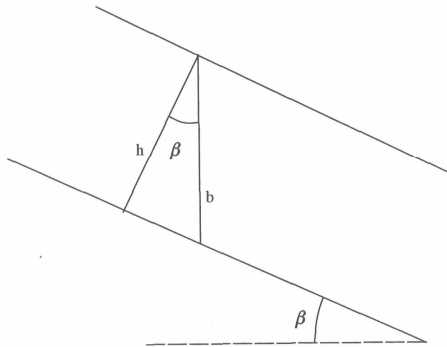
Қабаттың абсолюттік қалыңдығы сол қабат созылымына вертикаль бағытта анықталатындығы белгілі. Деформацияға ұшыраған яки еңістене астасқан қабаттардың оқпан бойында аршылған тік бағыттағы қалыңдығын сол қабаттардың абсолюттік қалыңдық көрсеткіші көмегімен анықтау үшін төмендегі теңдеулер қолданылады:

$$h = b \cdot \cos \beta, \quad (4.1)$$

$$b=h/\cos\beta, \quad (4.2)$$

Бұл теңдеудегі қалыңдықтар мен бұрыштардың мән-мағынасы 4.3-суретте көрсетілген.

Қабаттардың қалыпты қимасын тұрғызар алдында ұңғыма оқпандары аршыған аралықтар мұқият зерттеліп, ондағы қалыпты горизонттар, өзіндік ерекшеліктерімен сипатталатын қабаттар мен қабатшалар, кейбір кемшін (дефектісі бар) қабатшалар т.с.с. дараланады, олардың бір-бірін алмастыру сипаты анықталады. Жалпы кенорын бойынша типтік қима тұрғызу барысында аталған қалыпты қималардың анықталған сипаттары мен қалыңдық көрсеткіштері пайдаланылады. Типтік қима тұрғызу барысында кейбір кемшін қабатшаларды, көршілес қабаттардан айтарлықтай айырмашылығы жоққа тән қабатшаларды жеке-жеке даралау қажеттілігінің бар-жоғы анықталады, бұл қосымша көрсеткіштерді типтік қимада көрсетпеу жалпы зерттеу қорытындыларына айтарлықтай нұқсан келтірмеген жағдайда, оларды өзімен жапсарлас горизонттарға қосып жіберу мүмкіндігі де жоққа шығарылмайды.



4.3-сурет. Ұңғыма оқпаны аршыған таужыныс қабатының абсолюттік қалыңдығы мен тік бағыттағы (оқпан бойындағы) қалыңдығының ара қатынасы.

Шартты белгілер:

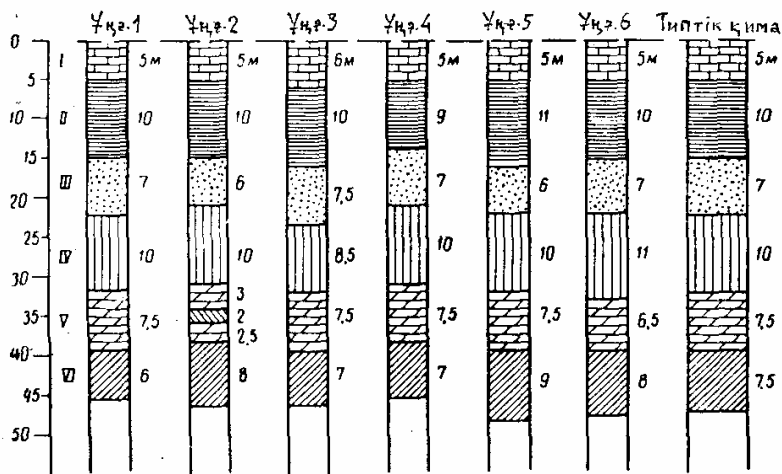
h – абсолюттік қалыңдық; b – тік бағыттағы (оқпан бойындағы) қалыңдық;

β – қабаттың еңістену бұрышы

Қалыпты қималар негізінде типтік қима тұрғызу принципі 4.4-суретте келтірілген.

Осы суреттен байқайтынымыздай, жоғарыдан есептегендегі I-қабат барлық 6 ұңғымада да әктастар түрінде көрініс берген. Бұл қабаттың қалыңдығы бес ұңғымада бірдей көрсеткішпен сипатталады (5 м), тек 3-ші ұңғымада ғана ол 6 м-ге дейін өскен. Қалыпты қимада

бұл қабаттың қалыңдығы орта есеппен 5 м-ге тең деп алынған. II-, III- және IV-қабаттардың қалыңдықтары көпшілік ұңғымаларда бірдей мағыналары байқалған мөлшерге тең деп алынған (II-горизонт – 10 м, III-горизонт – 7 м, IV-горизонт – 10 м). VI-горизонт 2-ші ұңғымада екі жікке бөлінген, алайда олардың жиынтық қалыңдығы 7,5 м-ге тең. Нақ осындай көрсеткіш 1-ші, 3-ші, 4-ші және 5-ші ұңғымаларда да сақталған, тек 6-шы ұңғымада ғана бұл горизонттың қалыңдығы 6,5 м-ге дейін кеміген. Типтік қимада бұл қабат қалыңдығы орта есеппен 7,5 м деп алынған. Ең төменгі VI-қабаттың қалыңдығы мейілінше өзгермелі екендігі байқалады (6, 7, 8, 9 м). Сондықтан бұл қабаттың типтік қимадағы қалыңдығы келтірілген шамалардың орташа көрсеткіші болып табылатын $7,5$ м-ге тең деп алынған ($6+8+7+7+9+8=45:6=7,5$ м).



4.4-сурет. Қалыпты қималар негізінде типтік қима тұрғызу принципі (түсініктеме мәтінде)

4.4. Геологиялық кескін тұрғызу

Геологиялық кескін (профиль) кенорын орналасқан қатқабаттардың геологиялық құрылысын, осы қатқабаттарды құрайтын таужыныс қабаттарының, қабатшаларының, линзалардың қимада бір-бірін алмастыру сипатын анықтау үшін тұрғызылады. Кескін таужыныс қабаттарының созылу бағытына вертикаль бағытта тұрғызылады. Мұндай кескіндер кенорын орналасқан алаңның құрылымдық картасын тұрғызуға, ондағы таужыныс қабаттарының

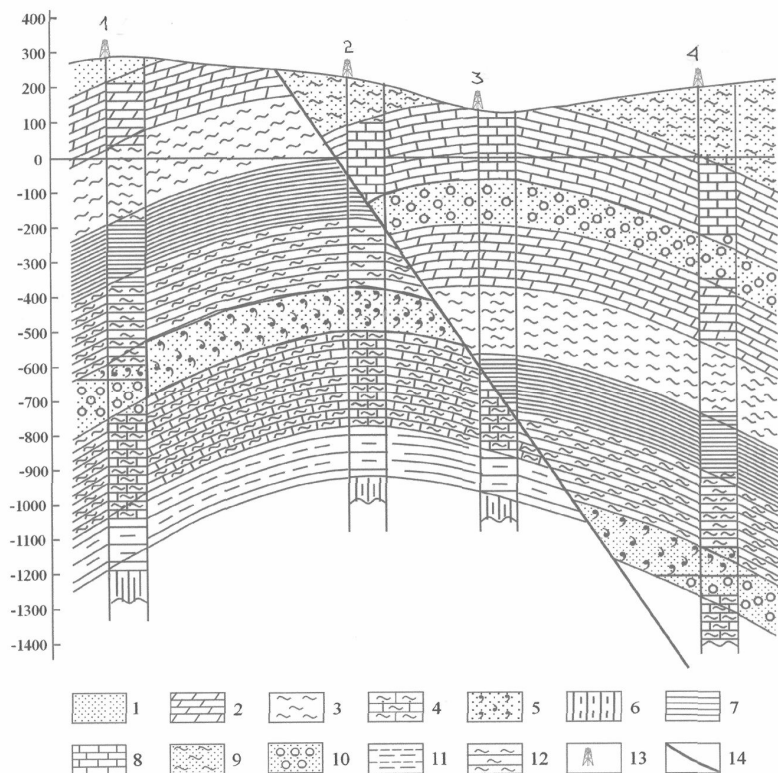
калыңдық картасын, литофациялық картасын, т.с.с. маңызды құжаттарды жасақтауға негіз болып табылады.

Геологиялық кескіндер әртүрлі сипатта және әр түрлі мәселелерді нақтылау мақсатында тұрғызылуы мүмкін. Мәселен, көлденең (поперечный) геологиялық кескіндер қабаттардың құламалы немесе көтеріңкі бағытында тұрғызылса, созылмалы (продольный) кескіндер еніс астасқан қабаттардың еністену бағытына сәйкес бағытта тұрғызылады. Кенорынның жекелеген бөлшектерінің тектоникалық құрылыс ерекшелігін нақтылау мақсатында диагональ кескіндер, тектоникалық кернеулер нәтижесінде қалыптасқан терең жарылымдардың кенорын құрылысын өзгертуге тигізген әсерін зерттеу мақсатында қабаттардың құламлы-көтеріңкі бағыттарына сәйкес кескіндер, кенорын құрайтын қатқабаттардағы фациялық өзгерістерді зерттеу мақсатында қабаттардың литологиялық өзгерістерінің бағытына сәйкес бағытта кескіндер тұрғызылатын болады.

Ұңғыма оқпандарынан алынған ақпараттар негізінде тұрғызылатын геологиялық кескіндердің тік (вертикаль) масштабы мен көлбеу (горизонталь) масштабы бір-біріне сәйкес болуы тиіс, алайда зерттелген алаңшаның геологиялық құрылысы өте қарапайым болған жағдайда (қабаттардың литологиялық құрамы тұрақты сақталған және олар нашар еңістенген, яғни горизонталь бағытта созыла сағаланған жағдайда), сондықтан да ұңғымалардың арасы бір-біріне біршама қашық орналастырылған жағдайда зерттеу алаңшасы бойынша тұрғызылған кескіндердің вертикаль масштабы олардың горизонталь масштабынан ірілеу болуы да ықтимал.

Геологиялық кескін тұрғызылмас бұрын осы кескін сызығының азимуты анықталады. Содан кейін Әлемдік теңіз деңгейіне сәйкес келетін түзу сызық сызылады да, анықталған азимут мөлшері осы сызықтың оң жағына жазылып қойылады. Аталған түзу сызық кескіндегі нөлдік деңгейді белгілейді, сондықтан нөл саны (0) сызықтың сол жақ деңгейіне жазылып қойылады (*4.5-сурет*). Нөлдік сызық бойында ұңғыма оқпандары орналасқан нүктелер белгіленіп алынады да, осы нүктелер арқылы нөлдік сызыққа перпендикуляр бағытта сызықтар сызылады, бұл сызықтыр зерттеу алаңшасында бұрғыланған ұңғыма оқпандарын шартты түрде белгілейтін сызықтар болып табылады. Ұңғыма оқпандарын белгілейтін осы сызықтар бойымен вертикаль масштабқа сәйкес жер бетіне дейінгі қашықтықтарды өлшеп белгілеу "альтитуда" анықталады, осы альтитуда нүктелерін бір-біріне созылықты түрде (плавно) жалғау арқылы зерттеу алаңшасының геологиялық кескініне тиесілі жер бедер ерекшелігі анықталады. *Альтитуда* дегеніміз жер беті жазықтығының нақтылы нүктесінің (біздің жағдайымызда ұңғыма оқпаны ернеуінің) Әлемдік теңіз деңгейінен есептегендегі *m* өлшемімен кескінделген қашықтығы (биіктігі, немесе төмендігі). Көп жағдайда альтитуда нүктесі оң мағынаны (+) иеленеді, яғни жер беті жазықтығы теңіз деңгейінен есептегенде биігірек орналасқан. Алайда кейбір өңірлерде, мысалы Каспий маңы синеклизасы

ауқымында альтитуда нүктелері теріс мағынаны да (–) иеленуі мүмкін, себебі аталған синеклиза ауқымының беті Әлемдік теңіз деңгейінен орта есеппен 27 м-ге дейін төмен орналасқандығы белгілі. Осыған байланысты көпшілік аймақтарда жер бедерді белгілейтін қысққ сызық нөлдік сызықтан жоғары орналасады (4.5-суретке қараңыз), ал Каспий маңы синеклизасы ауқымында жер бедер жазықтығы нөлдік сызықтан төмен орналасуы тиіс.



4.5-сурет. Ұңғымадан алынған мәліметтер негізінде тұрғызылған геологиялық кескін
 Шартты белгілер: 1 – құмдар; 2 – долдомиттер; 3 – саздар; 4 – әксаздар (мергелдер);
 5 – мұнаймен қаныққан құмдар; 6 – гипс; 7 – таушайырланған (битумданған)
 тақтатастар; 8 – әктастар; 9 – сазды құмдар; 10 – сумен қаныққан құмдар;
 11 – сазды шымыр құмтастар; 12 – сазды тақтатастар; 13 – ұңғыма ернеуі;
 14 – терең жарылымның кескін жазығындағы көрінісі

Ұңғыма оқпандарын белгілейтін вертикаль сызық бойымен әрбір нақтылы ұңғыма оқпанының жер бетінен бастап вертикаль масштабқа сәйкес өлшенген тереңдігі белгіленіп қойылады. Содан кейін осы

сызық бойында ұңғыма оқпандары аршығын әрбір таужыныс қабаттарының желегі және табаны белгіленеді, бір-біріне литологиялық тұрғыдан ұқсас қабаттардың жаңағы желек немесе табан сызықтарын бір-бірімен созылыңқы түрде жалғау арқылы геологиялық кескін тұрғызылады. Кескін тұрғызу барысында белгілі бір ұңғымада аршылған литологиялық қабат қалыңдығы екінші ұңғымада кеміп кету, немесе ұқсас қабаттарды бір-бірімен созылыңқы түрде жалғау мүмкіндігі шектеулі болу мысалдары ұшырасуы мүмкін. Мұндай жағдайлар зерттеу алаңшасында тектоникалық бұзылыс, яғни терең жарылым көрініс берген жағдайда жиі ұшырасады (4.5-суретке қараңыз). Стратиграфиялық үйлесімсіздіктер көрініс беретін аймақтардың геологиялық кескінін тұрғызу да белгілі дәрежеде қиындықтар туғызады. Бұл жайттар кескін тұрғызу барысында үнемі ескеріліп отыруы тиіс.

4.5-суретте геологиялық кескін тұрғызуды нақтылы сұлбасы келтірілген. Бұл кескінен 2-ші және 3-ші бұрғылау ұңғымалары ауқымында ұқсас қабаттарды созылыңқы түрде бір-бірімен жалғау мүмкіндігі шектеулі екендігін байқаймыз, себебі нақ осы өңірде тектоникалық жыртылыс, яғни терең жарылым көрініс берген. Жыртылып-ажырау құрылымының аспалы қапталының жатаған қаптал "бетімен" (жыртылыс бойымен) төмен қарай жылжып кетуі салдарынан аталған ұңғымалардың оқпандары аршыған ұқсас қабаттар бір-біріне сәйкес келмейді. Осыған байланысты, еңістену бұрышы шамамен 60° -тай болатын жыртылыс жігі анықталған, ұңғыма оқпандары аршыған қабаттар сол жікке дейін ғана созылған, сондықтан жыртылу жігінің қарама-қарсы жағындағы қабаттар бір-біріне мүлдем сәйкеспейтіндігі көрсетілген. Суретте көрсетілгеніндей, зерттеу алаңшасында жыртылып-ажырау құрылымының болуына байланысты мұнай тамшыларын кіріктіретін құмтас қабаты (4.5-суреттің шартты белгіленінде 5-ші номер) 1-ші және 2-ші ұңғымаларда жер бетінен шамамен 650-850 м тереңдіктерден аршылса, 3-ші ұңғымада бұл қабат мүлдем жоқ, ал 4-ші ұңғымада шамамен 1100 м тереңдікте аршылған. Өзге қабаттардың орналасу тереңдігі мен бір-бірімен астасу ерекшеліктерін де геологиялық кескін сұлбасынан еш қиындықсыз нақтылауға болады.

Геологиялық кескін тұрғызуға қажетті мәліметтер неғұрлым көбірек ұңғымалар көмегімен алынса, кескінің ақпараттылығы мен шындыққа сәйкестік дәрежесі солғұрлым жоғары болатындығы түсінікті. Алайда бір жағдай қатты ескерілуі тиіс, ол – кескін тұрғызуға қамтылатын ұңғымалардың бір ғана түзу сызық бойында орналастырылуы қажеттілігі. Бұл жайт ұңғыма оқпандарын

бұрғылайтын нүктелерді алдын ала жобалау барысында-ақ ескерілуі тиіс. Кескін азимутын қисық сызықтарды жалпылау арқылы тұрғызу дiттеген мақсатты қанағаттандыра алмайды, бұл жағдайда тұрғызылған кескіннің шындыққа сәйкестігі айтарлықтай кеміп кетуі мүмкін. Десек те, түзу сызық бойындағы ұңғымалар саны мүлдем жеткіліксіз болған жағдайда сол сызыққа біршама жақын маңнан бұрғыланған ұңғыма оқпандарының мәліметтерін де кескін тұрғызуға пайдалануға болады. Тағы бір маңызды мәселе – бұрғыланған ұңғыма оқпандарының тік бағыттан (вертикалдан) ауытқу дәрежесінің геологиялық кескін тұрғызу барысында міндетті түрде ескерілуі тиістілігі, сөйтіп нақтылы түзетулер енгізілу қажеттілігі. Бұл мәселе ескерілмеген жағдайда геологиялық кескін көмегімен тұрғызылатын құрылымдық карталардың шындыққа сәйкестік дәрежесі күрт кеміп кетуі ықтимал.

4.5. Құрылымдық карталар құрастыру

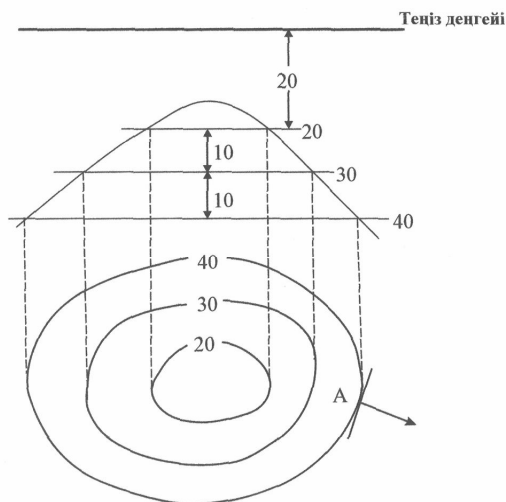
Құрылымдық карта – тектоникалық пішіндердің тұрқы мен түрлерін ғана кескіндейтін, алайда олардың қалыптасу тарихы мен даму ерекшеліктерін ашып көрсетпейтін сызба құжат. Құрылымдық карта мұнай-газ геологиясындағы ең негізгі құжаттардың бірі, ол белгілі бір құрылымдық беттің (қойнауқат немесе свита желегінің немесе табанының, өнімді горизонт желегінің немесе табанының, кедертас (риф) бетінің, т.с.с.) абсолюттік белгісінің (Әлемдік теңіз деңгейінен есептегендегі биіктігінің немесе тереңдігінің) мөлшерін зерттеу алаңшасы ауқымында нақтылы масштабта графикалық тұрғыдан кескіндеу қорытындысы болып табылады. Мұндай карта нақтылы масштабтағы топографиялық карта негізінде құрастырылады. Құрылымдық картаны кейде «изогипсалар картасы» деп те атайды, себебі оқшауланған құрылымдық беттің бедері изогипса сызықтары көмегімен кескінделеді. Құрылымдық карталар мұнай-газ кенорындарын іздеуге, барлауға, игерім ұңғымаларының орнын белгілеуге, ашылған кенорындардың қорларын есептеуге, оларды игеруге, сол сияқты кенорынның өнеркәсіптік жобаларын дайындауға, зерттеу алаңшасын зерттеудің ғылыми-өндірістік жұмыстарын жүзеге асыруға қажетті бірден-бір графикалық құжат болып табылады.

Құрылымдық карталар тұрғызылмас бұрын бетбедері анықталуы тиіс жазықтықтар Әлемдік теңіз деңгейінен төмен немесе жоғары орналасқандығы анықталады, осылайша "нөлдік сызық" белгіленіп қойылады. Құрылымдық картадағы беттер (жазықтықтар) теңіз деңгейінен төмен орналасқан жағдайда олардың абсолюттік мәні теріс

мағыналы болып шығады да, бұл көрсеткіш "минус" (–) арқылы белгіленеді; аталған мән оң мағыналы болған жағдайда (теңіз деңгейінен биігірек), абсолюттік көрсеткіш "плюс" (+) арқылы белгіленеді.

4.6-суретте нақтылы құрылымдық картаны құрастыру принципінің сұлбасы келтірілген. Мұндағы анықталған беттердің изогипсасы әрбір 10 м сайын жүргізілгендігі байқалады, ал картада белгіленген құрылымның ең жоғарғы беті теңіз деңгейінен 20 м төмен орналасқандығы көрсетілген. Картаны сараптағанда байқалатын тағы бір жайт – бұл картаның антиклин қатпарды белгілейтіндігі, ал осы антиклиннің құлпы (қабаттың иілу нүктесі) теңіз деңгейінен шамамен 13 м-дей ғана төмен орналасқандығы.

Құрылымдық картаны тұрғызу үшін әрбір 10 м тереңдік арқылы жүргізілген жарма сызықтардың құрылым бетімен қилысуының екі нүктесі анықталып, осы нүктелер арқылы сол жарма сызықтарға перпендикуляр пунктир сызықтар түсірілген. Осы екі сызықтың бірдей деңгейлеріндегі екі нүкте шартты сопақ (овал) түріндегі пішінге өзара жалғастырылған, мұның нәтижесінде концентрлі сопақтар (овалдар) жиынтығы түріндегі құрылымдық картаның нақтылы сұлбасы алынған (4.5-суретке қараңыз). Мұндағы әрбір сопақ (овал) құрылымның бірдей тереңдіктерде орналасқан шартты деңгейінің жиектерін белгілейді.



4.6-сурет. Құрылымдық карта тұрғызу принципі (түсініктемесі мәтінде)

Жарма сызықтар аралығының қашықтығы, зерттеу алаңшасының геологиялық құрылыс ерекшеліктеріне байланысты, түрлі мөлшерде алынады. Платформалық аймақтардағы жерасты құрылымдарын кескіндеу мақсатында жарма сызықтар әрбір 2-10 м арқылы жүргізілсе, құрылымы күрделі геосинклин аймақтарда жармасызықтар әрбір 10-25 м аралығында алынуы мүмкін.

Өндірістік тәжірибеге сәйкес, құрылымдық карта тұрғызудың екі түрлі әдісі белгілі, бірінші әдіс "үшбұрыштар әдісі", екіншісі "пішіндер әдісі" деп аталады.

Құрылымдық картаны үшбұрыштар әдісімен тұрғызу үшін төмендегі іс-шаралар жүзеге асырылуы тиіс: 1) картаның масштабын белгілеп, ұңғымалардың орналасу нүктелерін нақтылы координаттарға сәйкес планға түсіру; 2) картаға түсірілетін құрылымға тиесілі нысандардың (горизонттың, свитаның, қабаттың т.с.с.) желегі мен табанына сәйкес келетін абсолюттік тереңдіктерін (Әлемдік теңіз деңгейімен салыстырғандағы) анықтап, план бетінде көрсету; 3) құрылымдық карта тұрғызу.

Құрылымдық картаның масштабын белгілеп, ұңғымалардың орналасу нүктелерін планға түсіру үшін төмендегі іс-шаралар іске асырылады.

Тұрғызылатын картаның масштабы картада көрсетілетін құрылымның жалпы мөлшеріне және карта құрастырылатын қағаздың мөлшеріне байланысты тағайындалады. Жалпылама шарттарға сәйкес, карта тұрғызуда қолданылатын масштабтардың қағаз бетіндегі сипаты төмендегідей екендігі белгілі: 1:5000 м-б – $1\text{см}=50\text{м}$; 1:10000 м-б – $1\text{см}=100\text{м}$; 1:25000 м-б – $1\text{см}=250\text{м}$; 1:50000 м-б – $1\text{см}=500\text{м}$; 1:100000 м-б – $1\text{см}=1000\text{м}$, т.с.с.

Картаның масштабы мен қажетті қағаздың мөлшерін анықтау үшін "Бастапқы көрсеткіштер кестесі" деп аталатын құжат деректері сараланады (4.1-кестеге қараңыз).

Бастапқы көрсеткіштер кестесі

4.1-кесте

Ұңғыма нөмірі	Ұңғыманың координаттары		Ұңғыма альтитудасы	Нысан желегі мен табанының тереңдігі, м	Нысанның қалыңдығы, м
	X	Y			
1	5422660	29535500	44	1349-1369,5	0
2	5417860	29539340	49	1254-1279	25
3	5415950	29542180	42	1295-1316	16
...
...
n	5410400	29536110	38	1318-1338	2

Құрылымдық карта құрастыру барысында кестеде келтірілген X пен Y мәндерінің ең жоғарғы және ең төменгі көрсеткіштері алынып, солардың айырмасы анықталады. Кестедегі X-тің ең жоғарғы мағынасы – 5422660, ең төмен мағынасы – 5410400; айырмасы = 12260; Y-тің ең жоғарғы мағынасы – 29542180, ең төмен мағынасы – 29535500; айырмасы = 6680. Алынған айырмалардың көрсеткіштеріне сәйкес карта масштабы белгіленеді. Мәселен, 1:50000 масштабты таңдадық делік ($1\text{ см}=500\text{ м}$). Олай болса, бізге X білігі бойынша 24,5 см ($12260:500=24,5$), Y білігі бойынша 13,3 см ($6680:500=13,3$) қағаз керек болады. Алайда картаның үстіңгі және астыңғы жақтарына жазылатын жазуларды ескеріп, оның мөлшерін кішкене молырақ етіп алу орынды. Мәселен, біздің мысалымызда 30x20 см қағаз алғанымыз дұрыс.

Таңдалып алынған қағаз бетіне "Ұңғымалардың планда орналасу торы" тұрғызылады (4.7-сурет). Ол үшін X және Y координаттарының торы құрастырылады, олардың ұзындықтары X пен Y-тің ең жоғарғы және ең төмен көрсеткіштерін орналастыруға артығымен жеткілікті болуы тиіс. Біздің мысалымызда бұл көрсеткіштер X білігі бойынша 5400 пен 5423-тің аралығы (5410400 және 5422660 сандары 5400 және 5423 сандарына дейін жалпыланған), ал Y білігі бойынша, тиісінше, 29535 пен 29543 сандарының аралығы (29535500 және 29542180 сандары 29535 және 29543 сандарына дейін жалпыланған). Таңдаған масштабтымыз 1:50000 болғандықтан, әрбір см 500 м-ге, әрбір 2 см 1 км-ге тең болатындығы түсінікті. Олай болса, X және Y біліктерінің бойына см-лік белгілер түсіреміз де, әрбір 2 см сайын координат мөлшерлерін жазамыз; бұл мәндер X білігі бойынша 5410 км, 5412 км, 5414 км т.с.с. бола отырып, 5423 км көрсеткішке дейін созылса, Y білігі бойынша 29535 км-ден әрбір 2 см сайын белгіленіп, 29543 км-ге дейін созылады (29535, 29537, 29539, 29541, 29543 км-лік белгілер). Осылайша "ұңғымалардың орналасу торының" негізі жасалғаннан кейін, оның аумағында бұрғыланған бүкіл ұңғымалардың орналасу орнын олардың координаттарына сәйкес көрсету көп қиындық туғызбайды.

4.7-суреттен жоғарыда сөз болған іс-шаралар нәтижесінде құрастырылған тор ауқымында 12 ұңғыма бұрғыланғандығын көреміз. Әрбір ұңғыманың орны шағын дөңгелекше арқылы белгіленеді. Дөңгелекшелердің оң жағына горизонталь сызық сызылып, сол сызықтың алымына (үстіңгі жағына) ұңғыманың нөмірі, бөліміне (астыңғы жағына) ұңғыма оқпанының абсолюттік тереңдігі (Әлемдік теңіз деңгейінен есептегендегі) жазылған.

Құрылымдық картада көрсетілетін құрылымның желесі мен табанының абсолюттік тереңдігін анықтау деректері 4.2-кестеде келтірілген.

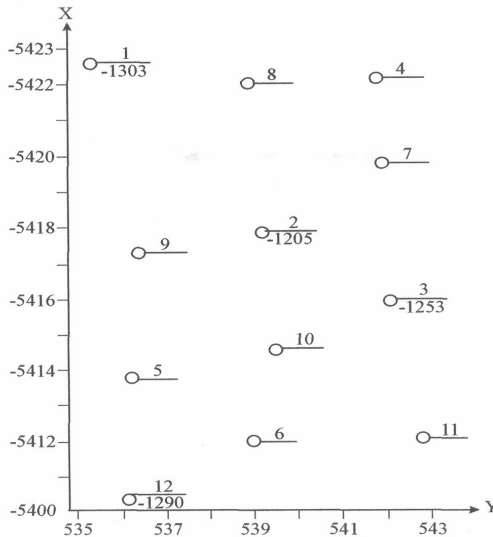
Кестеден байқағанымыздай, құрылымдық картада белгіленуі тиіс нысанның желек және табан нүктелерінің абсолюттік тереңдігін анықтау үшін ұңғыма оқпанының нақтылы тереңдігі көрсеткішінен сол

ұңғыма орналасқан нүктенің альтитуда көрсеткіші алынып тасталып отырған. Бұл мысалда альтитуда көрсеткіші оң мағыналы аймақтарда бұрғыланған ұңғымалар келтірілген, яғни бұл аймақтың жербеті жазықтығы Әлемдік теңіз деңгейінен жоғары орналасқандығы байқалады. Бетбедері Әлемдік теңіз деңгейінен төмен орналасқан аймақтарда (мәселен, Каспий маңы синеклизасы ауқымында) бұрғыланған ұңғымалардың альтитудасы теріс мағынамен сипатталатын болады, олай болса осы ұңғымалар аршыған нысандардың желек және табан тереңдіктерінің абсолюттік тереңдігін анықтау үшін ұңғыма тереңдігінің көрсеткішіне альтитуда көрсеткішін қосып отыру (алып тастау емес) қажет болады.

Ұңғымалармен аршылған құрылымның желегі мен табанының орналасу тереңдіктері

4.2-кесте

Ұңғыма нөмірі	Ұңғыма альтитудасы, м	Нысанның желегі мен табанының жер бетінен есептегендегі тереңдігі, м	Нысанның желегі мен табанының абсолюттік тереңдігі, м
1	+44	1349 – 1359,5	-1305 – -1310,5
2	+49	1254 – 1279	-1205 – -1230
...
12	+38	1318 – 1338	-1280 – -1300



4.7-сурет. Ұңғыманың жоспатта орналасу торы (алымында – ұңғыманың нөмірі, бөлімінде – ұңғыма түбінің абсолюттік тереңдігі)

Құрылымдық картаны үшбұрыштар көмегімен құрастыру әдісі төмендегі іс-шараларды жүзеге асыруды қажет етеді.

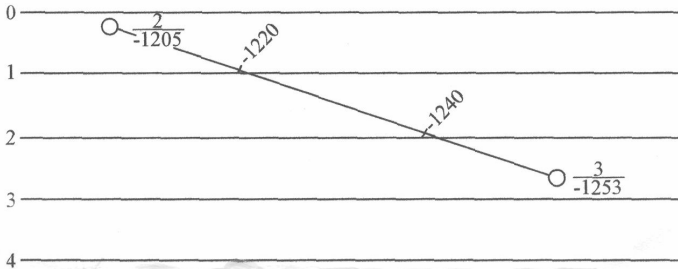
Картада кескінделуі тиіс құрылымдардың жоғарыдағы әдіспен есептеліп шығарылған абсолюттік тереңдіктері ұңғыма орнын белгілейтін дөңгелекшенің оң жағындағы сызықшаның бөліміне (астына) жазылып қойылады. Осы тереңдіктерді саралау нәтижесінде тұрғызылмақ құрылымның жалпылама пошымы жобаланды, яғни оның төбесі (мәселен, қатпардың құлпына сәйкес келетін нүктесі) және қанаттарының еңістену мөлшері (бұрышы) анықталады. Планада бір-біріне ең жақын ұңғымалардың орналасу нүктелері бір-бірімен түзу сызықтар көмегімен "жалғанады", осылайша бірнеше үшбұрыштар алынады. Үшбұрыштарды құрастырарда олардың қабырғаларының ұзындығы бір шамада болуына және осы қабырғалар құрылымның (қатпардың) еңістену жазықтықтарына шама келгенше параллель болуына қол жеткізуге тырысқан дұрыс. Алайда осында "дұрыс үшбұрыштар" алу мақсатында нысанның (қатпардың) әр түрлі бағыттарға созылған бөлшектерін үшбұрыш қабырғаларына сәйкестіру үшін оларды жасанды түрде бұрмалауға (экстрополяция жасауға) болмайды. Осыдан кейін құрылымды мейлінше анық айқындауға мүмкіндік беретін жарма сызықтар (изогипсалар) белгіленеді, яғни жарма сызықтардың жүргізілу жиілігі картада көрсетілуі тиіс құрылымның жер қойнауында орналасу ерекшелігін шама келгенше ашып көрсетуге көмектесуі тиіс. Әдетте жарма сызықтар (изогипсалар) әрбір 10, 20, 25, 50 м арқылы жүргізіледі, кейде 100 м арқылы да жүргізілуі мүмкін, бұл көрсеткіштердің таңдалып алынуы картада кескінделуі тиіс құрылымның тереңдіктерде орналасуының табиғи ерекшеліктеріне байланысты.

4.7-суретке, яғни "Ұңғымалардың планда орналасу торына" тағы бір көз жүгіртелік. Мұнда 2-ші ұңғыманың абсолюттік тереңдігі 1205 м болса (ең аз көрсеткіш), 1-ші ұңғымадағы бұл көрсеткіш 1305 м-ге тең екендігін көреміз (ең жоғары көрсеткіш). Бұл екі көрсеткіштердің айырмасы 100 м ($1305 - 1205 = 100$). Бұл мөлшер құрылымның жалпылама ошарылу ауқымын, яғни оның амплитудасын кескіндейді. Кескінделмек құрылымның жалпылама пошымын құрылымдық карта бетінде ашып көрсету үшін аталған биіктікті (амплитуданы) шартты түрде бес бөлікке бөліп, жарма сызықтарды (изогипсаларды) әрбір 20 м арқылы жүргізсек жеткілікті болуы тиіс.

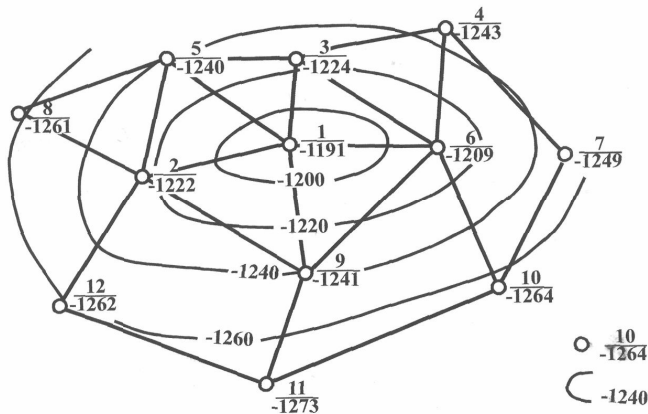
Жарма сызықтардың жүргізілу аралығы анықталғаннан кейін әрбір көршілес екі ұңғыма аралығында қанша жарма сызықтар жүргізілуі тиістілігі анықталады. Біздің мысалымызда 1-ші және 2-ші ұңғымалар арасындағы мұндай жармалар –1220, –1240, –1260, –1280, және –1300 м тереңдіктер арқылы жүргізілуі тиіс. Ал 2-ші және 3-ші ұңғымалар аралығында екі-ақ жарма сызықтар жүргізілетін болады, олардың абсолюттік көрсеткіштері –1220 және –1240 м-ге сәйкес келеді (1205 м-мен 1253 м-дің аралығы). Осылайша анықталған

мөлшерлер 1-ші және 2-ші, сол сияқты 2-ші және 3-ші ұңғымаларды жалғайтын үшбұрыш қабырғаларының бойына масштабқа сәйкес түсірілуі тиіс. Жармалардың үшбұрыш қабырғаларын "кесіп өтетін" нүктелері масштабқа сәйкес есептеу арқылы немесе "биіктік арфасы" деп аталатын арнаулы палетка көмегімен анықталады.

"Биіктік арфасы" палеткасын құрастыру және пайдалану сұлбасы 4.8-суретте келтірілген. Палетка калька қағазға аралықтарының қашықтығы бірдей бірнеше параллель сызықтар сызып, оларды нөмірлеу арқылы дайындалады. Осылайша дайындалған палетка "Ұңғымалардың планда орналасу торы" бетімен беттестіріледі. Мәселен, 4.8-суреттегі 2-ші және 3-ші ұңғымалар арасындағы – 1220 және – 1240 абсолюттік белгілер осы ұңғымаларды жалғайтын үшбұрыш қабырғасының қандай деңгейлерін " кесіп



4.8-сурет. Биіктік арфасы



4.9-сурет. Ұңғыма оқпанынан алынған деректер негізінде тұрғызылған құрылымдық картаның сұлбасы

өтуі қажеттілігін" палетка көмегімен анықтау керек деп есептейік. Палетканы планмен беттестірген сәтте екі ұңғыма арасындағы қашықтық палетканың 1-ші және 2-ші сызықтарымен "қиылатындығын", 2-ші ұңғыманың орнын белгілейтін дөңгелекше нөл нөмірлі сызықтан 5 м-дей төмен орналасатындығын байқаймыз ($1205-1200=5$ м, палеткадағы нөл нөмірлі сызық біздің мысалымызда -1200 м-ге сәйкес келетін сызық). 2-ші ұңғыманың орны палеткада осылайша анықталғаннан кейін, сол нүктені екі парақшаны беттестірген күйде инешемен түйреміз де, 2-ші және 3-ші ұңғымаларды жалғайтын үшбұрыш қабырғасымен палетканың 1-ші және 2-ші сызықтарының қилысу нүктесін инешемен белгілейміз, сол белгілер тұсына анықталған деңгейлердің мәнін қарындашпен жазып қоямыз (біздің мысалымызда -1220 және -1240 м абсолюттік тереңдіктер). Пандағы 3-ші ұңғыманы белгілейтін дөңгелекше палетканың 3-ші нөмірлі сызығына 7 м-дей жетпей қалғандығын, немесе -1240 м-ді белгілейтін 2-ші нөмірлі сызықтан 13 м-ге асып кеткендігін көреміз (палетканың келесі 3-ші нөмірлі сызығы біздің мысалымызда келесі -1260 м-ді белгілейтіндігі түсінікті, олай болса, $1260-1253=7$ м, немесе $1253-1240=13$ м). Осы әдіспен әрбір ұңғымалар арасындағы нысаналы мәндердің орнын анықтап болғаннан кейін, пландағы мәндері бірдей нүктелерді жатық сызықтармен жағау арқылы құрылымдық картаның сұлбасын аламыз. Осы әдіспен тұрғызылған құрылымдық карта сұлбасы *4.9-суретте* келтірілген.

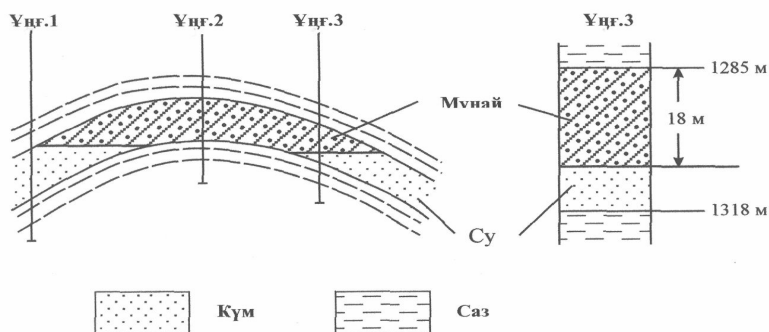
4.6. Жерасты қойнауқаттарының (горизонттарының) қалыңдық картасы мен су-мұнай жапсарының картасын құрастыру

Мұнай және газ геологиясында өте маңызды құжаттардың бірі болып табылатын жерасты горизонттарының қалыңдығы мен су-мұнай жапсары карталарының сұлбасы *4.10-суретте* көрсетілген. Қойнауқаттың жалпы қалыңдығы оның мұнай-газ тамшылары мен тозандарын кіріктірген бетінен бастап сулы қабаттың табанына дейінгі аралықты қамтиды, ал қойнауқаттың тиімді қалыңдығы өтімділігі бар қабатшалардың жиынтығын ғана құрайтын болады. Өнімді қойнауқат бір тектес таужыныстардан ғана құралған жағдайда оның жалпы қалыңдығы мен тиімді қалыңдығы бір-біріне сәйкес келетін болады (*4.10-сурет*). Осы мәліметтер әрбір ұңғыма бойынша анықталып, арнаулы кесте түрінде өрнектеледі (*4.3-кесте*).

Мұнайлы горизонттың тиімді қалыңдығы өз ауқымына мұнай тамшылары жинақтаған өтімді таужыныстардан тұратын қабатшалар

қалыңдығын құрайды. Мұнайлы горизонттың тиімді қалыңдығының картасы мұнай қорын есептеуге қажетті өте маңызды құжаттардың бірі болып саналады. Мұндай картаны құрастыру үшін тасбағандарды (кернадерді) зерттеу мен өнеркәсіптік-геофизикалық зерттеу (каротаж) нәтижелері кешенді түрде пайдаланылады, көршілес орналасқан ұңғыма окпандары аршыған қойнауқаттар мен горизонттар ұдайы өзара салыстырылып отырады.

Төменгі (ішкі) су-мұнай жапсарымен шектелген мұнайлы горизонттың қалыңдығы толығымен мұнай кіріктірген өтімді таужыныстардан құралған жағдайда бұл горизонттың тиімді қалыңдығы оның жалпы қалыңдығына тең болып шығады. Сондықтан да горизонттың тиімді қалыңдығының картасын құрастырмас бұрын онымен орайласқан сыртқы және ішкі су-мұнай жапсарларының орналасу тереңдіктері анықталып, аталған сулы горизонт беттерінің картасы тұрғызылады.



4.10-сурет. Су-мұнай жапсары картасын құрастыру сұлбасы

Қойнауқат қалыңдықтары мен су-мұнай жапсарының көрсеткіштері

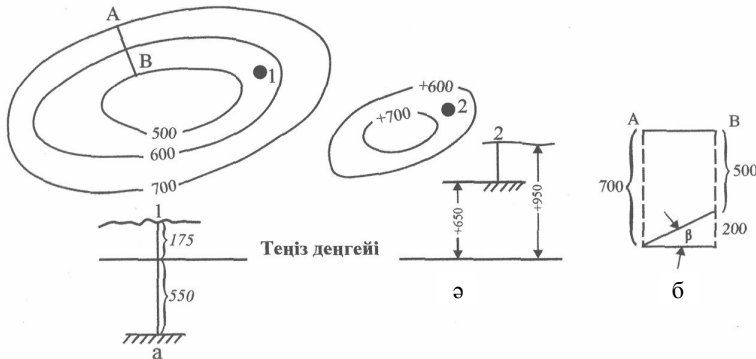
4.3-кесте

Ұңғыма нөмірі	Альтитуда, м	Қойнауқат желегі мен табанының тереңдігі, м	Қойнауқат қалыңдығы, м		Су-мұнай жапсары	
			жалпы қалыңдық	мұнайлы қалыңдық	Тереңдігі	Абсолют тереңдігі
1	+42	1349-1369,5	20,5	0	Сулы горизонт	
2	+49	1254-1279	25	25	Мұнайлы горизонт	
3	+12	1295-1316	21	16	1311	-1269
...
...
12	+38	1318-1338	20	-	1320	-1282

4.7. Құрылымдық картаны өндірісте пайдалану мысалдары

Мұнай-газ кенорындарының құрылымдық карталары көптеген маңызды өндірістік мәселелерді табысты шешуге пайдаланылады. Бұл карталар кенорынның қорын есептеуде, кенорынды игеру жобасын жасақтауда қажетті бірден-бір құжат болып табылады. Қорыта айтқанда, құрылымдық карталар кенорынның ашылып зерттелуінен бастап, сол кенорынды толығымен игеріп алуға дейінгі аралықтағы бүкіл өндірістік процестерді жүзеге асыруға қажетті негізгі құжаттардың бірі. Сондай-ақ, құрылымдық карталар өзге де геологиялық мәселелерді нақтылауда қолданылады, солардың екеуіне ғана қысқаша тоқталайық.

1. Құрылымдық карталар көмегімен бұрғылауға жоспарланған ұңғымалардың жобалық тереңдігі анықталады (4.11-сурет). Мысалы, бұрғылауға 1-ші ұңғыма жоспарланды деп есептейік, оның альтитудасы +175 м болсын делік (4.11-суретке қараңыз). Құрылымдық карта деректеріне сәйкес бұл ұңғыманың әлемдік теңіз деңгейінен есептегендегі тереңдігі (абсолюттік тереңдігі) 550 м. Олай болса, 1-ші ұңғыманың жер бетінен есептегендегі тереңдігі $550\text{м} + 175\text{м} = 725\text{м}$ болуы тиіс (4.11а-сурет.). Ал альтитудасы -950 м-мен өлшенетін 2-ші ұңғыма жер бетінен 300 м-ге дейін тереңдікке ғана бұрғылануы тиіс, себебі бұл ұңғыманың абсолюттік тереңдігі, құрылымдық карта мәліметіне сәйкес, +650 м-ге дәл келеді, яғни ұңғыма тереңдігі +600 және +700 көрсеткіштерінің нақ ортасына сәйкес келеді ($950 - 650 = 300\text{ м}$) (4.11 б-сурет.).



4.11- сурет. Құрылымдық карта мәліметтері бойынша ұңғыманың тереңдігін болжау және қабаттың еністену бұрышын анықтау сұлбасы

2. Құрылымдық картада белгіленген қатпар қанатының еңістену бұрышын β әрпімен белгілейік. Бұл бұрыш *4.11 б-суретке* сәйкес, $\text{tg}\beta=200$:*AB* формуласы көмегімен анықталатын болады. Мұндағы 200 саны – көршілес орналасқан жарма сызық мәндерінің бір-бірінен айырмасы, *m* өлшемімен; *AB* – картаның масштабына сәйкес анықталған жарма сызықтар орналасуының бір-біріне ең жақын қашықтығы.

Тарау бойынша бақылау сұрақтары

1. *Мұнай-газ кенорындары шоғырланатын таужыныс қатқабаттары (толици) қалай аталады, бұл қатқабат қабаттарында кенорын қалыптасу үшін қандай-қандай шарттар орындалуы тиіс?*

2. *«Жинауыш», «жапқыш» және «тұтқыш» деген кәсіби терминдердің анықтамаларын беріңіз.*

3. *Жинауыштардың кеуектілігі және өтімділігі деген түсініктердің анықтамаларын беріңіз. Жинауыштар мен жапқыштар бұл қабілеттері тұрғысынан қалайша сипатталады?*

4. *Мұнай-газ жаттындарының шөгінді тыс қабаттарында орналасу ерекшеліктері тұрғысынан дараланған қандай-қандай түрлерін білесіз? Оларды сипаттап беріңіз.*

5. *Ұңғыма оқпандарының қималарын өзара сәйкестендіру (корреляция) дегеніміз не? Жалпылама сәйкестендіру және белдемдік сәйкестендіру шараларының айырмашылығы неде?*

6. *Қалыпты және типтік қималардың айырмашылығы неде? Мұндай қималарды тұрғызу принципін сипаттаңыз.*

7. *Геологиялық кескін тұрғызудағы басты мақсат не, ол қандай құжаттардың негізін құрайды? Кескін қандай масштабта тұрғызылады?*

8. *«Кескін сызығының азимуты» және «ұңғыма оқпанының альтитудасы» деген түсініктер нені білдіреді, олар қалай анықталады?*

9. *Геологиялық кескін тұрғызу барысында атқарылатын жұмыстар кешенін рет-ретімен сипаттап беріңіз.*

10. *Құрылымдық карта дегеніміз не, оның мұнай-газ геологиясындағы рөлі қандай? Құрылымдық карта тұрғызу барысында жүргізілетін іс-шараларды рет-ретімен сипаттап беріңіз.*

11. *Құрылымдық картаны үшбұрыштар көмегімен құрастыру әдісін түсіндіріңіз. Бұл жұмысты атқару барысында «биіктік арфасы» деп аталатын палетканы қолдану қалайша жүзеге асырылады?*

12. *Жерасты қойнауқаттарының қалыңдық картасы мен су-мұнай жасарының картасы қандай көрсеткіштерді анықтайды?*

13. *Құрылымдық карталар көмегімен қандай мәселелер анықталады?*

5. КЕНОРЫНДАР ҚҰРАЙТЫН ТАУЖЫНЫСТАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ МЕН БАСТЫ-БАСТЫ СИПАТТАРЫ

5.1. Жалпылама түсініктер

Мұнай тамшылары мен газ тозандарын кіріктіретін таужыныстар өнімді горизонттар құрайды, олардың табиғи кеуектілігі мен өтімділігі жоғары болуы тиіс. Аталған тамшылар мен тозандарды кіріктіруге қабілетті жекелеген горизонт немесе бірнеше горизонттар жиынтығы жинауыш (коллектор) деп аталатындығы белгілі. *Жинауыш* дегеніміз суды, мұнайды, конденсатты, газды, бір сөзбен айтқанда, флюидтерді сүзбелеуге және өз бойына шоғырлауға қабілетті таужыныс қойнауқаты немесе массиві. Жер қойнауындағы флюидтер қысымның аз жағына қарай, яғни жер бетіне қарай үнемі жылыстауға мүдделі болатындығы, осы жылыстау барысында флюидтер өздерін өткізбейтін тығыз таужыныстар қабатына (қабатшасына) жолыққанда ғана кенорын қалыптасатындығы, мұндай қақпақ жылыстап келе жатқан флюидтер жолында кездеспеген жағдайда олар жер бетіне шейін көтеріліп, байырғы таушайырларға айналып кететіндігі, сөйтіп кенорын ысырап болатындығы кітабымыздың 4.1-тақырыбы ауқымында айтылды. Жинауыш орта бірнеше горизонттардан тұрған жағдайда олардың кеуектілігі мен өтімділік қабілеті әртүрлі болуы да ықтимал. Осы жинауыш таужыныстардың жинауыштық қабілетін зерттеу, яғни олардың кеуектілік және өтімділік көрсеткіштерін, осы кеуектер арқылы флюидтердің жылыстау (өту) механизмін анықтау кенорын қорын дұрыс есептеп, оны тиімді игеру мақсатында арнаулы жоба жасақтауға мүмкіндік береді.

Барлау жұмыстарының нәтижесі бойынша ашылған кенорынның қорын мүмкіндігінше толықтай игеру үшін озық технологиялар қолданылады, бұл орайда игерім ұңғымаларының өнімділік көрсеткіштерін көтеру технологияларын кеңінен енгізу, қойнауқаттық қысым режимдерін дұрыс пайдалануға қол жеткізу, геология-технологиялық зерттеу шараларын уақтылы және мұқият жүзеге асыру сияқты іс-шаралар орындалады. Өндіру процесі мейлінше нәтижелі болуы үшін өнімді горизонттар құрайтын таужыныстардың литологиялық құрамы мен физикалық қасиеттерін, осы таужыныс кеуектері мен жарықшақтарына кіріккен мұнай, конденсат, газ және жерасты суы шоғырларының физика-химиялық сипаттамаларын анықтау өте маңызды. Мұндай зерттеулер ұңғыма оқпанынан алынған тасбағандарды жан-жақты зерттеу, зерттеу нәтижелерін талдау, алынған мәліметтерді бір-бірімен салыстыру, сол сияқты ұңғымадан

мұнайдың, газдың және жерасты суларының сынамаларын ала отырып, оларды арнаулы талдаулардан өткізу, оқпан тесіп өткен таужыныстардың геология-геофизикалық ерекшеліктерін анықтау нәтижесінде зертханалық зерттеу нәтижелері бойынша дұрыс қорытынды жасау шараларын қамтиды. Мұнай-газ кенорындарын тиімді игеруде сол кенорынды құрайтын таужыныстардың, яғни жинауыштардың үш түрлі қасиетін – кеуектілігін, жарықшақтылығын және өтімділігін зерттеу өте маңызды.

5.2. Өнімді горизонттардың кеуектілігіне қатысты мәселелер

Кеуектілік шөгінді таужыныстарға тән қасиет, ол таужыныстардағы бүкіл табиғи кеуектер мен қуыстардың жалпылама мөлшерімен анықтала отырып, сол қуыстар көлемінің қуыстарды кіріктірген таужыныс көлеміне қатынасымен өлшенеді де, байырғы пайызбен кескінделеді. Геологиялық әдебиетте "кеуектілік" түсінігінің синонимі ретінде "қалыпты кеуектілік", "түйіраралық кеуектілік", "кеукті қуыстылық" деген сөз тіркестері жиі қолданылады. Таужыныстардың кеуектілігі сол таужыныстарды құрайтын түйірлердің мөлшеріне, олардың пішіндеріне, бір-бірімен астасу ерекшеліктеріне, түйдектеліп іріктелу дәрежесіне, аталған түйірлерді бір-бірімен дәнекерлейтін цементтік материалдардың болмыс-бітіміне байланысты.

Таужыныстардың кеуектілігін қамтамасыз етуде олардың гранулометрлік құрамы, яғни таужыныстарды құрайтын түйірлер мен тозандардың мөлшерлік көрсеткіштері маңызды рөл атқарады. Таужыныстардың гранулометрлік құрамы олардағы әр мөлшерлі түйірлер салмағының сол таужыныс салмағына қатынасымен анықтала отырып, байырғы пайызбен өлшенеді. Өндіріс жағдайында өнімді қойнауқаттарды құрайтын таужыныстардың гранулометрлік құрам ерекшеліктерін анықтау үшін мөлшері түрліше түйірлер мен тозандарды бір-бірінен бөлектеуге мүмкіндік беретін арнаулы електер пайдаланылады. Мұндай електердің саңылаулары (тесікшелері) 0,1 мм-ден 0,074 мм-ге дейінгі аралықты қамтиды. Мөлшері 0,074 мм-ден төмен өте ұсақ тозандарды бөлектеу үшін "тұндыру әдісі" қолданылады. Гранулометрлік талдау қорытындысы арнаулы кесте түрінде беріледі. Игерім ұңғымаларының оқпандары көмегімен аршылған таужыныстардың гранулометрлік құрамын анықтау нәтижесінде олардың кеуектілік қасиеттерінің қандай бағытта қалайша өзгеретіндігін анықтауға болады. Түйірлерінің мөлшері жиі-жиі

өзгеріп отыратын таужыныстардың кеуектілік көрсеткіші, жалпы алғанда, төмен көрсеткіштермен сипатталады.

Ұңғыма оқпаны аршыған таужыныстарды құрайтын түйірлердің мөлшерлерін анықтау нәтижесінде өндіру құбырларына орнатылатын сүзгі саңылауларының мөлшерлері анықталады. Екінші сөзбен айтқанда, игерім ұңғымасы оқпанына жіберілетін сүзгі саңылауларының мөлшері сол сүзгі түсірілген деңгейді құрайтын таужыныс түйірлерінің мөлшеріне сәйкес болуы тиіс. Өте ұсақ түйірлерден немесе тозандардан құралған таужыныстардан тұратын ұңғыма оқпанының қабырғалары құламалы болып келеді. Ұңғыма оқпанының мұндай деңгейлерінде өндіру құбыры бойының ұсақ тозандармен кептеліп қалу қаупі жоғары, ал бұл жағдай оқпаннан мұнай өндіру көрсеткішін күрт төмендететіндігі түсінікті.

Таужыныстардағы кеуектер ұсақ, ірі және өте ірі болуы мүмкін. Өте ірі кеуектілік таужыныстарда байырғы ұралардың (каверналардың) ұшырасуымен байланысты. Жалпы алғанда, шөгінді таужыныстардағы кеуектілік мөлшері кең аралықта өзгереді. Кеуектілік көрсеткіші жоғары таужыныстар ретінде құмдар мен құмтастарды, әктастар мен саздардың кейбір түрлерін атауға болады. Құмдар мен құмтастардың табиғи кеуектілігі әдетте 35-40 %-ға дейін жетуі ықтимал, ал кейбір әктастардың бұл көрсеткіші 30-40 %, босаң жымдасқан саздардікі – 40-50 % аралығында болуы мүмкін. Бұл көрсеткіштерден шығатын қорытынды – аталған таужыныстар көлемінің 30 %-дан 50 %-ға дейінгі көлемін флюидтер, яғни мұнай, конденсат, газ немесе жерасты суы алып жата алатындығы.

Таужыныстардың кеуектілігі сингенетикалық кеуектілік және эпигенетикалық кеуектілік болып екі түрге бөлінеді. *Сингенетикалық кеуектілік* дегеніміз таужыныстардың бастапқы қалыптасу сәтінде-ақ пайда болған кеуектер жүйесі, бұларды "бастапқы кеуектілік" деп те атауға болады. *Эпигенетикалық кеуектілік* немесе "туынды кеуектілік" – таужыныстар жаралғаннан кейінгі кездерде пайда болған кеуектілік. Сингенетикалық, яғни бастапқы кеуектілік таужынысты құрайтын түйірлер арасында, қабаттар мен қабатшалардың бір-бірімен жапсарласу өңірлерінде, таужынысқа кіріккен организм қалдықтарының кебірсіп тығыздалуы салдарынан туындаған кеңістіктерде, т.с.с. пайда болады. Мұндай кеуектілік әсіресе құмдар, құмтастар, конгломераттар сияқты біршама ірі түйірлі таужыныстарға тән. Бір сөзбен айтқанда, сингенетикалық немесе бастапқы кеуектілік таужыныстардың фациялық болмысымен тығыз байланысты қалыптасады. Эпигенетикалық немесе туынды кеуектілік таужыныс

жаралғаннан кейін туындайтын алуан түрлі табиғи процестер нәтижесінде пайда болады. Мұндай процестер ретінде қалыптасып үлгерген таужыныстардың кейінірек еру, езіліп жанышталу, кристалдану нәтижесінде көлемін кішірейту құбылыстарын, бір сөзбен айтқанда таужыныстардың тектоникалық, геохимиялық, температуралық, эрозиялық, т.б. өзгерістерге ұшырау процестерін атауға болады. Мұндай кеуектілік көбінесе әктас, доломит сияқты карбонатты таужыныстарға тән.

Таужыныстардың кеуектілік дәрежесі *кеуектілік коэффициенті* деген түсінікпен анықталады. Бұл коэффициент таужынысқа тиесілі бүкіл қуыстар көлемінің сол таужыныс көлеміне қатынасымен анықталады:

$$K=V_{\kappa}:V_m \times 100, \quad (5.1)$$

мұндағы: K – таужыныстың кеуектілік коэффициенті; V_{κ} – зерттелген таужыныс үлгісіндегі бүкіл қуыстар көлемі; V_m – сол таужыныс үлгісінің жалпы көлемі.

Таужыныстардың кеуектілігін қалыптастыруда сол таужыныстардағы барша кеуектердің яғни қуыстардың пішіндері де маңызды рөл атқарады. Осы тұрғыдан алғанда, таужыныстардағы кеуектілікті үш түрге бөліп қарауға болады, олар "суперкапиллярлық кеуектілік", "капиллярлық кеуектілік" және "субкапиллярлық кеуектілік" деп аталады.

Суперкапиллярлық кеуектілікпен сипатталатын таужыныстардағы қуыстардың мөлшері 0,5 мм-ден жоғары болуы тиіс. Мұндай таужыныстар арқылы флюидтер өте тез және жеңіл жылыстайтын болады. *Капиллярлық кеуектілікпен* сипатталатын таужыныстардағы қуыстар мөлшері 0,5 мм-ден 0,0002 мм-ге дейінгі аралықты қамтуы тиіс. Мұндай таужыныстар арқылы флюидтердің жылыстау қарқыны бірінші жағдаймен салыстырғанда біршама бәсеңсиді. Бұл жағдайда флюидтердің жылыстау жылдамдығы сол қатқабаттар деңгейіндегі қойнауқаттық қысым көрсеткіштерінің өзгеруіне тікелей байланысты. *Субкапиллярлық кеуектілікпен* сипатталатын таужыныстардағы қуыстар мөлшері 0,0002 мм-ден кем болуы тиіс. Мұндай таужыныстар арқылы сұйықтар мен газдардың жылыстау процесі айтарлықтай баяулайды, тіпті тоқтап қалуға жақындайды.

Жоғарыда келтірілген кеуектілік түрлерінің мұнай-газ кенорындарын игерудегі маңызын түсіну үшін "капиллярлық" деген түсініктің мән-мағынасын ұғыну маңызды. *Капиллярлық* дегеніміз таужыныстардың кеуектері мен жарықшақтары есебінен пайда болатын капиллярлық түтікшелері бойымен сұйық немесе газ молекулаларының қатты және сұйық фазалар арасында дәйім пайда

болатын беткейлік тартылыс күші (сила поверхностного натяжения) әсерінен жоғары көтерілуімен және олардың сол жеткен деңгейінде сақталып қалуымен сипатталатын физикалық құбылыс. Сұйықтар мен газдардың капиллярлар бойымен жоғары көтерілуі олардың ауырлық күшіне қарама-қарсы бағытта жүзеге асады. Капиллярлық көтерілу күші мен сұйықтың (газдың) капиллярлық бағанасының салмағы өзара теңдескен жағдайда капиллярлық көтерілу биіктігі капиллярлық түтікшенің диаметрі арасындағы қатынас кері пропорциялықпен сипатталады. Капиллярлық көтерілу биіктігі белгілі дәрежеде температураға да тәуелді болып келеді. Тағы бір маңызды мәселе – таужыныстарды құрайтын түйірлердің мөлшері мен капиллярлық көтерілу арасындағы өзара байланыс: түйірлердің мөлшері неғұрлым кеміген сайын капиллярлық көтерілу мөлшері солғұрлым жоғары болады. Арнаулы жасалған тәжірибелерге сәйкес, таужынысты құрайтын түйірлердің мөлшері 2 мм-ден жоғары болған жағдайда капиллярлық көтерілу процесі мүлдем тоқталатындығы анықталған.

Өнімді қойнауқаттардың флюидтерді сүзбеулеу мүмкіндіктерін анықтауда "абсолюттік кеуектілік", "ашық кеуектілік" және "тиімді кеуектілік" деген түсініктердің маңызы жоғары.

Абсолюттік кеуектілік – таужыныстардағы барша табиғи кеуектер көлемінің сол таужыныс көлеміне қатынасы. Абсолюттік кеуектілік "Мельгер әдісі" деп аталатын зертханалық әдіс көмегімен анықталады. Бұл әдіске сәйкес, жалпы үлгі көлемі (V_0) керосинмен қанықтырылған үлгі салмағын ауада және керосинде өлшеу нәтижесінде анықталады, содан кейін бұл үлгі мұқият уатылады, сөйтіп оның минералдық қаңқасының көлемі (V_3) "пикнометрлік тәсілмен" анықталады. Осы операциялардан кейін абсолюттік кеуектілік төмендегі формула көмегімен анықталады:

$$M_a = 1 - V_3 \cdot V_0, \quad (5.2)$$

"Абсолюттік кеуектілік" түсінігінің геологиялық әдебиетте жиі ұшырасатын синонимдері – "жалпы кеуектілік", "толық кеуектілік".

Ашық кеуектілік – таужыныстағы бір-бірімен өзара байланысқан кеуектер көлемінің сол таужыныстардың жалпы көлеміне қатынасы. Нашар дәнекерленген құмтастардың ашық кеуектілігінің көрсеткіші мен абсолюттік кеуектілік көрсеткіші бір-біріне сәйкес келеді десе де болғандай. Бұл екі көрсеткіштің бір-бірінен айырмашылығы таужыныстардың саздылығы өскен сайын бірте-бірте арта береді. Ашық кеуектілік көрсеткішін анықтау үшін таужыныс үлгілерін зерттеудің зертханалық әдістері, қойнауқаттарды зерттеудің

гидродинамикалық әдістері, сол сияқты өнеркәсіптік геофизика әдістері қолданылады.

Тиімді кеуектілік – таужыныстардың өз бойынан сұйықтардың сүзбеленуін қамтамасыз ететін жинауыштық қабілеті. Тиімді кеуектіліктің сандық мәні "тиімді кеуектілік коэффициентімен" анықталады, бұл коэффициент өздері арқылы сұйықтардың сүзбеленуі мүмкін кеуектер көлемінің сол кеуектерді кіріктіретін таужыныстар көлеміне қатынасымен өлшенеді. Таужыныстардың кеуектері арқылы сұйықтар мен газдардың сүзбеленуі барысында, кеуектер кеңістігінің өте күрделі болуына байланысты, сұйық (газ) қозғалысы сол кеуектерді түгелдей қамтуы екіталай құбылыс. Сондықтан да тиімді кеуектілік коэффициентінің сандық мөлшерін дәлме-дәл анықтау қиынға соғады, себебі таужыныс кеуектерінің қаншалықты бөлігі сұйық қозғалысын қамтамасыз ететіндігін, ал қаншасы бұл процеске араласпайтындығын дәл анықтау мүмкін емес. Осыған байланысты тиімді кеуектілік түсінігі көбінесе ашық кеуектер мен қалдық сулармен тоғытылған кеуектер арасындағы айырма ретінде қаралады. Тиімді кеуектіліктің бұл көрсеткішін де өте ұтымды және дәл анықталған көрсеткіш деп мәлімдеу дұрыс емес, себебі қалдық сулармен қанығу коэффициентінің сандық мәні, осы коэффициентті анықтау тәсіліне орай, түрліше көрсеткіштерді иеленуі мүмкін. Тиімді кеуектілік коэффициентінің мағынасын ашық кеуектілік коэффициентін мұнаймен (газбен) қанығу коэффициентіне көбейту арқылы да шамалап анықтауға болады.

5.3. Өнімді горизонттардың жарықшақтылығы

Таужыныстардың **жарықшақтылығы** дегеніміз олардың әртүрлі жарықтармен және жарықшақтармен бөлшектену дәрежесі, яғни таужыныстардың жарықтармен (жарықшақтармен) тілгілену сипаты. Бұл сипат жинауыштық қабілеті нашар таужыныстардың осы қабілетті иемденуіне мүмкіндік туғызады. Әдетте таужыныс жарықшақтылығының тығыздығы төменде келтірілген бағытта арта түседі: құмтастар → құмайттастар (алевролиттер) → сазтастар (аргиллиттер) → әксаздар (мергелдер) → тактатастар (сланцы) → тұздар → әктастар → доломиттер.

Жоғарыда келтірілген тізбектен жарықшақтылық әсіресе карбонатты таужыныстарға мейлінше тән екендігін байқаймыз. Бұл өте маңызды, себебі соңғы жылдары ТМД елдері ауқымында өндірілетін мұнайдың жартысынан көбі осы карбонатты таужыныс

қойнауқаттарынан алынып келеді. Ал Мексика, Таяу Шығыс елдері, Канада сияқты мұнайлы елдердегі мұнай қоры түгелімен тек қана карбонатты таужыныстарға шоғырланған. АҚШ-тың Калифорния және Пенсильваниядан өзге аймақтарындағы ең ірі мұнай кенорындары да жарықшақты жинауыштарға шоғырланған. Өзіміздің Қазақстан ауқымындағы Каспий маңы синеклизасына тиесілі тұзасты кешендерінен ашылған Теңіз, Қарашығанақ, Қашаған сияқты ғаламат ірі кенорындардың мұнайлы, конденсатты, газды горизонттары да карбонатты таужыныстардан тұрады және бұлар негізінен жарықшақты жинауыштармен сипатталады.

Таужыныстарда жарықтар мен жарықшақтардың пайда болуы негізінен тектоникалық және физика-химиялық процестермен байланысты. Соңғы процестердің ішінде әсіресе таужыныстардың диагенездік өзгерістерге ұшырауы, яғни борпылдақ та босаң таужыныстардың тығыздалып қатаюу процесі маңызды рөл атқарады. Тектоникалық кернеулер нәтижесінде қалыптасқан жарықтар мен жарықшақтар да біршама жиі ұшырасады, бұл жағдайдағы жарықтар мен жарықшақтардың бағыт-бағдары таужыныс қабаттарының қатпарлану бағытына перпендикуляр бағытқа сәйкес келеді.

Таужыныстардың жарықшақтылық дәрежесін зерттеу барысында олардағы жарықтар мен жарықшақтардың топталу сипатына, жарықшақтық қуыстардың пішініне, түйірлерді дәнекерлейтін цементтік материалдардың болмыс-бітіміне, жарықтардың таушайырлармен (битумдармен) тұтылу дәрежесіне айырықша көңіл бөлінеді.

Жарықшақтық дегеніміз кеуектіліктің айырықша түрі болып табылады. Жарықшақты кеуектіліктің екі түрі болады, олардың біріншісі – түйірлер арасындағы шағын жарықшақтар, екіншісі таужыныс болмысын тұтастығынан айыратын ірірек жарықшақтар немесе кәдімгі жарықтар. Түйіраралық жарықшақтар мөлшері сол жарықшақтардың жалпы көлемімен анықталса, екіншісінің мөлшері жарық қуысының көлемімен анықталады. Тектоникалық процестермен байланысты қалыптасатын жарықшақтар мен жарықтар "жарықшақтық кеуектілік" деп аталады. *Жарықшақтық кеуектілік* – таужыныстың нақтылы мөлшерін тілгілеп өткен жарықшақтар көлемінің сол таужыныстар көлеміне қатынасымен өлшенетін шама. Мұндай кеуектілік түйіраралық кеуектілікпен салыстырғанда әлдеқайда сирек ұшырасады, яғни олардың үлес салмағы түйіраралық жарықшақтылықпен салыстырғанда шамамен 10%-дан аспайды. Мұның өзіндік себебі де бар: жер қойнауына қарай тереңдеген сайын қысымның арта беретіні белгілі, олай болса тереңдеген сайын ашық

118

жарықшалар қысыммен "жабылып", кеуектілік мөлшері айтарлықтай кеміп кетеді. Солай бола тұрса да, өз бойынан флюидтерді сүзбелеуде жарықшақтардың атқаратын рөлі жоғары. Е.М.Смеховтың зерттеулеріне сәйкес, жарықшақты таужыныстардың өтімділік көрсеткіші төмендегі формула көмегімен анықталады:

$$\Theta = 85000 \cdot \epsilon^2 \cdot K, \quad (5.3)$$

мұндағы: Θ —таужыныстың өтімділігі; ϵ —таужыныстағы жарықшақтың ені; K —жарықшақтың кеуектілік.

Келтірілген теңдеуден байқағанымыздай, жарықшақты таужыныстардың өтімділігін анықтау үшін сол жарықшақтылықтың мөлшерін, олардың топтасу болмысын және орналасу геометриясын білу қажет. Бұл мәліметтерді анықтау үшін ұңғыма зертханалық жағдайда тасбағандарынан кертіліп алынған үлгілерден дайындалған тастілімдер (шлифтер) микроскоппен зерттеледі. Бұрғыланған ұңғымалардың режимдік ерекшеліктерін саралау нәтижелері де таужыныстардың жарықшақтылығын анықтауда маңызды рөл атқарады. Зертханалық зерттеу мен өндірістік ұңғыма режимдерін бақылау нәтижелерін кешенді түрде салыстыра саралағанда ғана ұңғыма оқпаны аршыған жинауыш таужыныстардың өтімділік-жарықшақтылық сипатын дұрыс анықтауға болады.

Тағы бір ескеретін жайт, жарықшақты таужыныстарды бұрғылау жылдамдығы біршама тығыз да берік таужыныстарды бұрғылау жылдамдығына қарағанда әлдеқайда тезірек болып келеді. Ал жарықшақты таужыныстардың мұнай беру коэффициенті ұдайы бірдей көрсеткіштермен сипатталмайды, бұл көрсеткіш таужыныстың жарықшақтылық көрсеткішіне ғана емес, жарықшақты таужыныстардың өзге де физикалық және литологиялық ерекшеліктеріне тәуелді.

Жалпы алғанда, жинауыш таужыныстардың жарықшақтылығы, олардың кеуектілігі сияқты, өте маңызды өндірістік көрсеткіштердің бірі, себебі жинауыштың өтімділігі осы екі көрсеткіштің екеуіне де, яғни кеуектілік пен жарықшақтылыққа тікелей байланысты.

5.4. Өнімді горизонттардың өтімділігі

Таужыныстардың өтімділігі – олардың сұйықтар мен газдарды сүзбелеу (фльтрация) мүмкіндігімен анықталатын сипаты. Өтімділік таужыныстардың жинауыштық (коллекторлық) қабілетін анықтайтын ең басты сипаттарының бірі. Өтімділік таужыныс кеуектерінің құрылыс ерекшеліктерімен, таужынысты құрайтын түйірлердің мөлшерімен және тұрпатымен, сол сияқты таужыныстағы ірілі-ұсақты

түтікшелердің бір-бірімен жалғасу сипатымен анықталады. Таужыныстардың өтімділік қабілетін туындататын жер қойнауындағы қысымдар айырмашылығы болып табылады, яғни жер қыртысы қимасына шоғырланған сұйықтар мен газдар қысымы жоғары деңгейлерден қысымы аз деңгейлерге қарай (жер бетіне қарай) кеуектер мен қуыстар арқылы жылжи отырып, сол таужыныс қабаты қимасында сүзбеленуге мәжбүр. Алайда таужыныстың кеуектілігі мен оның өтімділігі арасында функциялық байланыс жоқ екендігін ескеру қажет. Мысалы, саздардың кеуектілік дәрежесі біршама жоғары, алайда олардың өтімділігі өте төмен, сондықтан саздар, әдетте, жапқыштар рөлін атқарады.

Өтімділік (*абсолютті өтімділік*) таужыныстың ашық кеуектері кеңістігін толық қанықтыратын және белгілі бір "қысым градиенті" әсерімен оның көлденең қимасының берілген ауданы арқылы сүзбеленетін, таужыныстың минералдық қаңқасымен әрекеттеспейтін сұйықтың көлемдік шығынымен өлшенеді. Бұл сөйлемдегі **қысым градиенті** дегеніміз – қойнауқатта немесе таужыныстардың жекелеген массивінде сүзбеленген сұйық қысымының өзгеру бағытын және өзгеріс дәрежесін сипаттайтын мезгемелік (векторлық) шама. Өтімділік әдетте зертханалық зерттеу әдістері көмегімен анықталады, бұл әдістер кеуек кеңістігі ылғалдан, тұздардан, мұнай мен таушайыр (битум) қалдықтарынан, өзге де ластағыштардан алдын-ала тазартылған таужыныстың цилиндр пішінді үлгісінде сүзбелену процесін пішімдеу (модельдеу) шараларына негізделген. Үлгінің кесектері арқылы таужыныстың минералдық қаңқа жазықтықтарымен әрекеттеспейтін сұйық жіберіледі де, сол кесектердегі сұйықтың қысым айырмашылығы және оның шығыны өлшенеді. Өтімділікті есептеу төмендегі теңдеу арқылы жүзеге асырылады:

$$K_o = Q \cdot m \cdot l : (s \Delta p), \quad (5.4)$$

мұндағы: K_o – таужыныстың өтімділігі, D ; Q – таужыныстан сүзбеленген сұйық шығыны, $см^3/сек.$; m – сұйықтың тұтқырлығы, $сн$; l – цилиндр пішінді үлгінің биіктігі, $см$; s – сүзбелену ауданы, $см^2$; Δp – үлгі кесегіндегі қысым айырмашылығы, $атм$.

Таужыныстардың өтімділігі *дарси* (D) өлшемімен анықталады. **Дарси** (D) дегеніміз – ауданы $1 см^3$, қалыңдығы $1 см$ үлгі арқылы қысым $1 кг/см^2$ -қа артқанда тұтқырлығы $1 сн$ ($сн$ – сантипуаз) сұйықтың шығыны $1 см^3/сек$ болатын кеуекті таужыныстың өтімділігі. $D=1,02 \times 10^{-12} м^2$, немесе $D=1,02 \times 10 мкм^2$.

Өтімділіктің бірнеше түрлері болады, олардың ішінде абсолюттік, бағдарлы, фазалық, салыстырмалы және тиімді өтімділік

деген түсініктер өте маңызды. Абсолюттік өтімділіктің анықтамасы жоғарыда берілді. *Бағдарлы өтімділік* – анизотропты ортаның кез келген берілген бағыттағы өтімділігін сипаттайтын мөлшер. *Фазалық өтімділік* – таужыныстардың қос фазалы немесе көп фазалы жүйе кеуектеріндегі қозғалыстардың жалғыз ғана фазасына тиесілі өтімділік. Бұл көрсеткіш таужыныстың физикалық қасиеттеріне, сұйықтар мен газдардың физика-химиялық қасиеттеріне, сол сияқты әрбір фазаға қатысты қуыс кеңістіктің қанығу дәрежесіне тәуелді. *Салыстырмалы өтімділік* – нақтылы сұйықтың фазалық өтімділігінің таужыныстың абсолюттік өтімділігіне қатынасымен өлшенетін шама. *Тиімді өтімділік* – кеуекті ортадағы бір немесе бірнеше қозғалыссыз фаза(лар) жанындағы (арасындағы) жалғыз ғана қозғалмалы фазаға тиесілі өтімділік.

Өтімділік шамасын өлшеу барысында сүзбеленуші сұйық таужыныстың минералдық қаңқасымен әрекеттеспеуін қамтамасыз ету үшін сол таужыныс арқылы керосин жіберіледі. Керосин таужыныстағы кеуектер мен қуыстардың, олардың бір-бірімен жалғасқан түтікшелерінің қабырғаларын шылайды, сөйтіп өзге сұйықтардың осы қабырғалармен әрекеттеспеуін қамтамасыз етеді. Өтімділікті өлшеуде керосинді пайдалану тәжірибесін Леверетта деген ғалым ұсынған.

Зертханалық тәжірибе нәтижелеріне сәйкес, таужыныстың тиімді өтімділігі мен салыстырмалы өтімділігінің мөлшерлері оның абсолюттік өтімділігінен ұдайы азырақ болатындығы анықталған.

Кенорынды игеру барысында мұнай немесе газ қорлары шоғырланған таужыныстардың тиімді өтімділігі мен салыстырмалы өтімділігінің мөлшерлері үнемі өзгеріске ұшырап отырады, бұл өзгерістер қысым градиентінің өзгерісіне тікелей байланысты. Кенорынның қорын алғаш игере бастау сәтінде таужыныс кеуектері арқылы мұнай ғана көтеріледі. Мұнай өндіруді одан әрі жалғастыруға байланысты қойнауқаттық қысым көрсеткішінің азаюы салдарынан бірте-бірте мұнай өтімділігі азая түседі, бұл процесс игеру ұңғымасынан әуелі газ қорларының көтерілуімен, кейінірек жерасты суларының көтеріле бастауымен орайлас өрбиді. Екінші сөзбен айтқанда, мұнай кенорынның игеру процесінің ұзақтығы артқан сайын мұнайдың тиімді өтімділігінің көрсеткіші азая береді және осылайша азаю әуелі газдың, кейінірек судың тиімді өтімділік көрсеткіштерінің бірте-бірте арту процесімен орайласады.

Кенорын шоғырланған таужыныстың мұнайға деген фазалық өтімділігі азайған сайын сол шоғырды толығымен игеріп алу

мүмкіндігі де азая түсетіндігі түсінікті. Басқаша айтқанда, мұнайды өндіру барысында ұңғымадағы қысым градиентінің бірте-бірте азаюы "мұнай беру коэффициентінің" азаюына, сөйтіп жатында жинақталған мұнайдың айтарлықтай мөлшері жер қойнауында қалып қоюына әкеліп соқтырады. Сондықтан да мұнай беру коэффициентін жоғарылату үшін ұңғыма оқпанына әртүрлі реагенттер немесе су массалары айдалады, сөйтіп қысым градиентін жасанды түрде жоғарылату шаралары жүзеге асырылады.

Жинауыш таужыныстардың өтімділік көрсеткіші арнаулы зертханаларда өнеркәсіптік геофизикалық әдістер көмегімен немесе кенорында ұйымдастырылған өзге де зерттеулер көмегімен анықталады. Шөгінді таужыныстардың өтімділігі кен аралықта өзгереді, бұл көрсеткіш таужыныстың литологиялық құрамына, оның өзге де физикалық қасиеттеріне тікелей байланысты екендігі жоғарыда айтылды. Мәселен, саздардың өтімділігі өте төмен, ол милидарсидің мыңнан бір бөліктерімен ғана өлшенеді. Өнімді қойнауқатты құрайтын жинауыштың өтімділік көрсеткіші неғұрлым жоғары болса, одан мұнай өндіру қарқыны да солғұрлым жоғары болады, бұл өтімді таужыныстардың мұнай беру коэффициенті де жоғары болады деген сөз.

5.5. Жинауыштарды жіктелеу принциптері. Жинауыш таужыныстардың әртектілігі

Жинауыштарды жіктелеудің нақтылы принципі әлі де болса жасақтала қойған жоқ, мұның басты себебі жинауыш таужыныстарды жіктелеудің негізі ретінде олардың қандай-қандай сипаттарын алу қажеттілігі күні бүгінге дейін нақтыланбай отыр. Мәселен, И.М.Губкин жинауыштарды жіктелеудің негізі ретінде сол жинауышты құрайтын таужыныстың пішіні мен құрылысын, оның морфологиясы мен жаратылыс ерекшелігін қарау дұрыс деп есептесе, П.П.Андрусин, М.Н.Цветкова, т.с.с. зерттеушілер жинауыштар өздерінің кеуектілік түрлері тұрғысынан жіктеленуі тиіс деп есептейді. А.Г.Алиев, Г.И.Теодорович деген ғалымдар жинауыштарды олардың өтімділік көрсеткіші тұрғысынан даралауды жөн деп есептесе, Н.В.Воссаевич жинауыштарды тек қана олардың жаратылыс ерекшелігі тұрғысынан, ал А.А.Хаин деген ғалым таужыныстың тиімді кеуектілігі мен өтімділік көрсеткіштері тұрғысынан жіктелеген дұрыс деп есептейді.

Аталған жіктелеу принциптерінің барлығын да іс-тәжірибеде қолдануға болады. Алайда бұлардың ішінде жиірек қолданылатыны П.П.Андрусин мен М.Н.Цветкова ұсынған жіктелеу

(жинауыштардың кеуектілік түрлері тұрғысынан) және А.А.Хаин жіктемесі екендігін атап көрсету орынды. Соңғы жіктемелеу принципін (жинауыштардың тиімді кеуектілігі мен өтімділік көрсеткіштері тұрғысынан) әсіресе құм, құмтас, алевролит, саз сияқты сынықты (терригендік) шөгінді таужыныстардан тұратын жинауыштарды даралау барысында қолдану тиімді нәтижелер береді.

Мұнай-газ кенорындарын зерттеу барысында осы пайдалы қазбаларды кіріктіретін горизонттардың тектік ерекшеліктерін анықтау өте маңызды. Олай болатын себебі мұнай немесе газ жатындарының қорын игеру жобаларын (проект разработки) жасақтау және игеру ұңғымаларының өнімділік қабілетін саралау шаралары сол шикізаттарды кіріктіретін таужыныстардың құрам және құрылыс ерекшеліктерін жан-жақты зерттеу нәтижелеріне негізделеді. Ал жинауыш таужыныстардың құрам және құрылыс ерекшеліктерін анықтау зерттеуші-маманнан геологиялық ғылым негіздерімен қатар қойнауқат физикасы, гидродинамика сияқты арнаулы ілім негіздерін де жете меңгеруді, сөйтіп зерттеу жұмыстарын кешенді түрде жүргізуді қажет етеді. Солай бола тұрса да, бұл зерттеу кешенінің ішінде негізгі рөл геологиялық зерттеулерге тиесілі. Әсіресе шөгінді тыс қатқабаты қимасындағы жекелеген горизонттар мен қабаттардың алғаш түзілімдену тарихын және олардың өзара астасу ерекшеліктерін анықтау, диагенез процесінің жай-жапсарын нақтылау (*диагенез* – борпылдақ та болбыр таужыныстардың жер қойнауларына душар болуына байланысты шымыр да тастақ таужынысқа айналуы) сияқты мәселелер кенорынды құрайтын түзілімдердің болмыс-бітімін дұрыс анықтауға мүмкіндік беретін бірден-бір шарттар болып табылады.

Кенорынды құрайтын мұнай-газ жатындары өздерінің бүкіл қимасында тек қана бір текті таужыныстардан тұруы сирек құбылыс. Әдетте кенорынды құрайтын өнімді горизонттар бір-бірімен әртүрлі дәрежеде астасқан бірнеше қабаттар мен қабатшалар жиынтығынан құралады. Аталған қабаттар мен қабатшалардың тектік ерекшеліктері тұрғысынан өнімді горизонттарды үш түрге бөлуге болады: 1) өнімді горизонт өз қимасында бірнеше жекелеген қабаттар мен қабатшаларға тарамдалған күйде ұшырасады және де мұндай "тарамдылық" горизонттың бүкіл аумағын түгел қамтиды. Аталған тарамдарды құрайтын таужыныс түрлері өздерінің кеуектілік көрсеткіші тұрғысынан да түрліше көрсеткіштермен сипатталуы мысалы жиі ұшырасады. Мұндай горизонттардың өнімділік ерекшеліктерін анықтау үшін "нөлдік карталар" деп аталатын арнаулы графикалық құжаттар құрастырылады, бұл карталар көмегімен өнімді горизонт қимасындағы кеуектілік көрсеткіші нашар қабаттар мен қабатшалар

анықталып, олардың жинауыш қимасындағы деңгейлері нақтыланады; 2) өнімді горизонт қимасында ұсақ түйірлі, тіпті тигтей тозандардан құралған алевролит, саз, аргиллит сияқты өте тығыз да кеуексіз, өтімділігі нашар таужыныстардан тұратын қабаттар мен қабатшалар да ұшырасуы ықтимал. Мұндай қабаттар мен қабатшалар бүкіл горизонттың тиімді жинауыштық қабілетін күрт төмендететіндігі түсінікті. Мұндай горизонттардың болмыс-бітімін анықтау үшін әдетте "изопахиталар картасы" құрастырылады; 3) өнімді горизонт өздерінің фациялық ерекшеліктері тұрғысынан әр текті таужыныстардан тұру мысалдары да ұшырасады. Мұндай горизонттардың кеуектілік және өтімділік көрсеткіштері горизонт қимасының әртүрлі деңгейлерінде ұдайы өзгерістерге ұшырап отырады. Осы типке жататын өнімді горизонттардың өзіндік ерекшеліктерін анықтау үшін әдетте "кеуектілік және өтімділік картасы" құрастырылады.

Әр текті таужыныс қабаттары мен қабатшаларынан құралған өнімді горизонттарды жоғарыда келтірілген әдістер көмегімен зерттеу нәтижелері сол горизонттарға шоғырланған мұнай немесе газ қорларын өндіру жобасын жүйелеуге, өндіру тиімділігін арттыру мақсатында игерім ұнғымаларын сумен, газбен, ауамен, өзге де реагенттермен тоғыту шараларын ұтымды ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Аталған зерттеулер кен қорын есептеу, мұнай өндіру жоспарын уақтылы орындап отыру, түпкілікті мұнай беру коэффициентін (коэффициент конечной нефтеотдачи) өсіру, өнеркәсіптік геология-технологиялық шараларды дұрыс та ұтымды пайдалану, т.с.с. іс-шаралардың тиімділігін арттыруға да игі әсерін тигізеді.

5.6. Жинауыш таужыныстардың кеуектілік және өтімділік карталары

Аталған карталар бұрғыланған ұнғымалардың орналасу нүктелері белгіленген план бетінде дайындалады. Жинауыш таужыныстардың жоғарыда көрсетілген өте маңызды ерекшеліктерін айқындау мақсатын көздейтін мұндай карталарды өнімді горизонттың беткі жазықтығы бойынша құрастырылған құрылымдық карталар негізінде дайындаған дұрыс.

Мұндай карталарды құрастыру әдістемесі төмендегідей. Жинауыш таужыныстардың кеуектілік және өтімділік көрсеткіштерінің орташа мағыналары осы көрсеткіштер анықталған ұнғымалар белгіленген нүктелердің жанына жазылып қойылады. Содан кейін бұл көрсеткіштерді бір-бірімен салыстыра отырып, олардың аралықтарын

үшбұрыш әдісі көмегімен жалғау нәтижесінде кеуектілік және өтімділік карталары дайындалатын болады.

Ұңғымалар көмегімен алынған деректер тұтас өнімді горизонттар бойынша жеткіліксіз болған жағдайда, ұңғымалар көбірек шоғырланады, сондықтан да сөз болып отырған деректер барынша жеткілікті бөлікшелердің кеуектілік немесе өтімділік карталарын изосызықтар көмегімен жеке-жеке дайындап алып, оларды бір-бірімен сәйкестендіру арқылы да жалпылама карталар сұлбасын алуға болады. Алайда, тұтас горизонт бойынша тұрғызылған карталардың ақпараттылығы әлдеқайда басым болады, сондықтан, шама келгенше, кеуектілік және өтімділік карталарын бүкіл горизонт бойынша бірден құрастыру әлдеқайда тиімдірек.

Болашақ карталар бетіне қажетті мағлұматтар түсірілгеннен кейін жинауыш таужыныстардың кеуектілік немесе өтімділік көрсеткіштерінің ең жоғары мағыналары шоғырланған аймақтарды белгілі бір түстің қою бояуымен, ал ең аз көрсеткіштері шоғырланған өңірлер сол түстің солғын бояуымен боялады және аталған көрсеткіштердің мағыналары неғұрлым азайған сайын бояу түсінің солғындығы да бірте-бірте арта береді. Осылайша боялған кеуектілік және өтімділік карталары мейлінше көрнекі сипатты иеленетін болады, мұның өзі жер қойнауындағы мұнай немесе газ кенін барынша тиімді игеруге, яғни оларды, мүмкіндігінше сарқа өндіруге септігін тигізеді.

Тарау бойынша бақылау сұрақтары

1. *Жинауыш таужыныстардың кеуектілігі олардың қандай сипаттамаларымен байланысты?*

2. *«Гранулометрлік талдау» дегеніміз не, ол қалайша жүргізіледі және осы талдау нәтижесінде оқпанға түсірілген сүзгілердің қандай параметрлері анықталады?*

3. *Таужыныстардың литологиялық құрамы мен кеуектілігі арасындағы жалпылама байланыстар қандай? Кеуектілігінің бірте-бірте арта беретіндігі тұрғысынан таужыныстардың литологиялық құрамы қандай бағытта өзгереді?*

4. *«Сингенетикалық кеуектілік» пен «эпигенетикалық кеуектілік» арасындағы айырмашылық неде?*

5. *Таужыныстардың «кеуектілік коэффициенті» дегеніміз не, ол қалай анықталады?*

6. *«Капиллярлық» дегеніміз не? Суперкапиллярлық, капиллярлық және субкапиллярлық кеуектілік көрсеткіштерін атаңыз.*

7. Абсолюттік кеуектілік, ашық кеуектілік және тиімді кеуектілік деген түсініктерге анықтамалар беріңіз.

8. Таужыныстардың абсолюттік кеуектілігі мен тиімді кеуектілігі қалайша анықталатындығын түсіндіріңіз.

9. Таужыныстардың жарықшақтылығы дегеніміз не? Таужыныстардың жарықшақтылығы олардың литологиялық құрамы тұрғысынан алғанда қалайша өзгереді?

10. Таужыныстардың жарықшақтылығы мен өтімділігі арасындағы байланыс қандай? «Жарықшақтық кеуектілік» деген не, ол қалайша анықталады?

11. Таужыныстардың өтімділігі дегеніміз не, ол таужыныстардың қандай ерекшеліктерімен байланысты өзгереді?

12. Таужыныстардың өтімділігі қалайша анықталады және қалайша есептеліп шығарылады?

13. Таужыныстардың «бағдарлы өтімділігі», «фазалық өтімділігі», «салыстырмалы өтімділігі» және «тиімді өтімділігі» деген түсініктерге анықтамалар беріңіз.

14. Таужыныстардың өтімділігі мен қысым градиентінің арасындағы байланыс қандай? Қысым градиентін жоғарылату үшін қандай шаралар қолданылады?

15. Жинауыш таужыныстарды жіктемеудің қандай-қандай принциптерін білесіз? Оларды атап шығыңыз және сипаттап беріңіз.

16. Өнімді горизонттар өз қимасындағы қабаттар мен қабатшалардың тектік және литологиялық ерекшеліктеріне орай неше түрге бөлінеді? Оларды сипаттап беріңіз.

17. Жинауыш таужыныстардың кеуектілік картасын және өтімділік картасын қандай негізде және қалайша дайындайды?

6. МҰНАЙ, ГАЗ ЖӘНЕ ҚОЙНАУҚАТТЫҚ СУ ГОРИЗОНТТАРЫ ОРНАЛАСУЫНЫҢ ТАБИҒИ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ, ОЛАРДЫҢ КЕЙБІР ФИЗИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

6.1. Флюидтердің жер қойнауында орналасу реті. Байламды су жайлы түсінік. Қойнау флюидтерінің жер беті жағдайындағы өзгерістері

Жер қойнауындағы мұнай, газ және жерасты сулары горизонттарының орналасу реті олардың меншікті салмағына тікелей байланысты. Бұлардың ішіндегі ең ауыры су, сондықтан қойнауқаттық су горизонты қалған екеуінен төмен орналасады. Мұнай судан жеңілдеу, ал газдан әлдеқайда ауыр, сондықтан мұнайлы горизонт осы екеуінің аралығына орналасуы тиіс. Алайда бұл тапжылмайтын заңдылық емес екендігін ескерген жөн, себебі, жер қойнауының термодинамикалық ерекшеліктеріне байланысты, мұнай мен газдың "аралас" орналасу мысалдары да ұшырасатындығы, тіпті "конденсат" деп аталатын газ қоймалжыңдарының дербес кенорындары да болатындығы белгілі.

Бір ескеретін жайт, жер қойнауларында "байламды су" деп аталатын арнаулы жерасты сулары да болатындығы. Байламды сулар арнаулы горизонттар түзбейді, олар мұнайлы немесе газды горизонттар деңгейінде де үнемі ұшырасады. **Байламды су** - таужыныс қуыстары мен кеуектерінің жақтауларында ауырлық күші мен капиллярлық күштерден артығырақ дәрежедегі электрлік-молекулалық күштер әсерінен жабысып тұратын жерасты суы. Бұл сулар минералдық түйірлердің сыртқы жазықтығында бірнеше молекуладан тұратын өте жұқа қабықшалар құрай отырып, 1000 МПа-ға дейінгі қысыммен ұсталып тұрады, олар өздерінің физикалық қасиеттері жағынан қатты денелерге жақын, қайнау температурасы 78°C шамасында ғана. Оларды кейде "адсорбциялық су" немесе "гигороскоптық су" деп те атайды. Бұл суларды жер қойнауындағы таужыныс құрамынан аластау мүлдем мүмкін емес десе де болады, яғни мұндай технологиялар күні бүгінге дейін белгісіз. Алайда, таужынысты жер бетіне шығарғаннан кейін ондағы байламды суды аталған таужынысты 105-110°C температурада қыздыру (кептіру) немесе 300-500 МПа қысым жағдайында сығымдау арқылы аластауға болады.

Мұнай мен газ өздерінің химиялық құрамы жағынан біршама күрделі қосындылар екендігі белгілі. Олар жер қойнауына тиесілі жоғары қысымдар мен температуралар жағдайында болатындығы түсінікті. Бұл пайдалы қазбалар өздерінің өндірілуі барысында жер бетіне шығарылған жағдайда олардың физикалық қасиеттері айтарлықтай өзгерістерге ұшырайды, сөйтіп температурасы мен қысымы қалыпты жағдайға дейін төмендейтін болады. Флюидтердің осы өзгеріс ерекшеліктерін және олардың химиялық құрамын зертханалық жағдайда мұқият зерттеу олардың қойнау жағдайындағы қысымы мен температурасын, өзге де физикалық және химиялық сипаттарын анықтауға мүмкіндік береді. Осылайша жинақталған деректер, өз кезегінде, кенорынның қорын неғұрлым толық игеруге, өзге де өндірістік мәселелерді тиімді шешуге септігін тигізеді.

6.2. Көмірсутекті газдар, олардың кейбір физикалық қасиеттері

Көмірсутектік газдар жер қойнауында, жоғарыда атап көрсеткеніміздей, таза газ кенорындары, газдың мұнайда еріген массалары ұшырасатын аралас типті мұнай-газ кенорындары және газ шоғыры мұнай жатынының үстіңгі жағында орналасқан "газды тақия" атаулы кенорындар түрінде ұшырасуы мүмкін. *Газды тақия* дегеніміз жер қойнауындағы мұнайлы қойнауқаттың ең көтеріңкі өңірлерін қоныстанған мұнай газының жиынтығы, тұтас мұнайлы-газды жатынның құрамдас бөлігі. Мұнай жатынының үстіңгі өңірінде немесе мұнай құрамында еріген түрде ұшырасатын табиғи газдар жиынтығы, әдетте, *мұнай газы* деп аталады. Жер қойнауындағы табиғи көмірсутекті газдар хақында айтылатын тағы бір атау бар, ол "серіктес газ" деген атау. *Серіктес газ* (газ попутный) дегеніміз газды-мұнайлы жатындардан өндірілетін, газды тақия газы мен мұнай газының қоспасы болып табылатын табиғи газ атауы. Түптеп келгенде, жер қойнауында жүз пайыз таза мұнайдан ғана тұратын кенорындардың кездесуі сирек құбылыс, дені мұнайдан тұратын кенорындардың өзінде азын-аулақ мөлшерде болса да еріген газ кездесіп отырады.

Көмірсутекті газдардың бірнеше түрлері болатындығы белгілі, газды кенорындарда олармен бірге өзге газдардың да (азот, көмір қышқыл газы, т.б.) азы-көпті мөлшерлері дәйім ұшырасып отырады. Көмірсутекті газдардың негізгі өкілдері мен олармен бірге ұшырасатын кейбір өзге газдардың бір топ физикалық қасиеттерін сипаттайтын деректер *б. 1-кестеде* келтірілген.

Көмірсутекті газдардың құрамы шектік, яғни қаныққан көмірсутектерден тұрады (C_nH_{2n+2}), олардың арасында метан, этан, пропан және бутан ұшырасады. *Шектік (қаныққан) көмірсутектер* – молекуласындағы бүкіл көміртек атомдары бір-бірімен қарапайым

байланыста болатын, сондықтан да қосып алу реакциясына және полимерлену процесіне қабілетсіз көмірсутектер. Бұларға метанды (балауызды) және нафтенді (полиметилинді) көмірсутектер жатады. Көміртек атомдары қосарлана байланысқан және үштік байланыстағы көмірсутектер *шектік емес*, яки *қанықпаған көмірсутектер* деген атауға ие. Мұнай арасындағы метанның мөлшері біршама басым болып келеді, ал таза газ жатындары құрамындағы метанның мөлшері 98 %-ға дейін жетеді. Жанғыш көмірсутектік газдардың құрамында пентан, гексан, гептан сияқты ауыр көмірсутектер де ұшырасады, олармен бірге көмір қышқыл газы (CO_2), азот (N_2), аз мөлшерде гелий, аргон, неон және күкіртсутекті газ (H_2S) қоспалары болады. Газ құрамындағы жеңіл газдардың мөлшері көбейген сайын оның салмағы да жеңілдей түседі, мұндай газдардың жылу бөлу қабілеті жоғары болады. Ал ауыр газдардың құрамында метан мен этан аз мөлшерде болады.

Көмірсутекті газдардың, азот пен көмір қышқыл газының кейбір физикалық қасиеттері (15,5° температура, қысым 760 мм сынап бағанасы)

6.1-кесте

	Сапалық сипаттамасы	Индекс	Метан CH_4	Этан, C_2H_6	Про- пан, C_3H_8	Изо- бутан, C_4H_{10}	Бутан, C_4H_{10}	Изо- пентан C_5H_{12}
1	Молекулалық салмағы	<i>M</i>	16,04	30,07	44,10	58,12	58,12	75,15
2	Молекулалық салмаққа қарсы шама	<i>1/M</i>	0,0623	0,0333	0,0227	0,0172	0,0172	0,0139
3	Су бойынша тығыздығы (сұйық фазадағы 1 л-інің массасы, кг)	σ	0,3	0,378	0,509	0,564	0,584	0,624
4	Молекулалық салмағының тығыздығына қатынасы	<i>M/\sigma</i>	53,46	79,54	86,67	103	99,5	115,7
5	Тығыздығының молекулалық салмағына қатынасы	σ/M	0,0187	0,0126	0,0116	0,0097	0,01	0,00867
6	1 кг газдың көлемі, м^3	<i>22,4/M</i>	1,4	0,74	0,508	0,385	0,385	0,31
7	Ауа бойынша тығыздығы	<i>M/28,97</i>	0,554	1,038	1,522	2,006	2,006	2,49
8	1 м^3 газдың массасы, кг	<i>M/22,4</i>	0,714	1,35	1,97	2,85	2,85	3,22
9	Сұйық фазадағы 1 м^3 газдың көлемі, л	<i>0,0422 M/\sigma</i>	2,26	3,36	3,66	4,36	4,2	4,9
10	Газдық фазадағы 1 л сұйық газдың көлемі, м^3	<i>23,65\sigma /M</i>	0,442	0,29	0,272	0,23	0,236	0,205
11	Сындарлы температура, °C	$t_{\text{кр}}$	-82,5	+32,3	+96,78	+134	+152	+187,8
12	Сындарлы абсолюттік қысым, атм.	$P_{\text{кр}}$	45,8	48,2	42	36,4	37,47	32,9
13	Газдық тұрақтылық	<i>R=848/M</i>	52,95	28,19	19,23	14,59	14,59	11,75

6.1-кестенің жалғасы

	Сапалық сипаттамасы	Индекс	Пентан, C ₅ H ₁₂	Гексан, C ₆ H ₁₄	Гептан, C ₇ H ₁₆	Азот, N ₂	Көмір қышқыл газы, CO ₂
1	Молекулалық салмағы	<i>M</i>	72,15	86,17	100,2	28,02	44,01
2	Молекулалық салмаққа қарсы шама	<i>1/M</i>	0,0139	0,0116	0,00998	-	-
3	Су бойынша тығыздығы (сұйық фазадағы 1 л-інің массасы, кг)	σ	0,631	0,664	0,688	0,808	1,56
4	Молекулалық салмағының тығыздығына қатынасы	<i>M/σ</i>	114,4	129,8	145,6	-	-
5	Тығыздығының молекулалық салмағына қатынасы	σ/M	0,00877	0,0077	0,00686	-	-
6	1 кг газдың көлемі, м ³	22,4/ <i>M</i>	0,31	0,262	0,223	0,799	0,509
7	Ауа бойынша тығыздығы	<i>M/28,97</i>	2,49	2,974	3,459	0,967	1,514
8	1 м ³ газдың массасы, кг	<i>M/22,4</i>	3,22	3,81	4,48	1,25	1,964
9	Сұйық фазадағы 1 м ³ газдың көлемі, л	0,0422 <i>M/σ</i>	4,85	5,49	6,15	-	1,19
10	Газдық фазадағы 1 л сұйық газдың көлемі, м ³	23,65 σ / <i>M</i>	0,207	0,182	0,1625	-	-
11	Сындарлы температура, °С	<i>t</i> _{кр.}	+197,2	+234,78	+267	-	-31,1
12	Сындарлы абсолюттік қысым, атм.	<i>P</i> _{кр.}	33	29,94	27	33,49	72,9
13	Газдық тұрақтылық	<i>R=848/M</i>	11,75	9,84	8,43	30,33	19,24

Атмосфералық жағдайда және 0°С температурада метан мен этан газ күйінде ұшырасады. Пропан мен бутан газ күйінде кездесе де, аз ғана мөлшердегі қысым әсерінен, тез арада сұйық күйдегі көмірсутектерге айналады.

Көмірсутекті газдар құрамындағы жеңіл және ауыр көмірсутектердің мөлшеріне қарай, "жұтаң газдарға" және "қонды газдарға" жіктеледі. **Жұтаң газдар** (газы тощие) немесе **құрғақ газдар** (газы сухие) – құрамындағы метанның мөлшері ондағы этанның мөлшерінен әлдеқайда көбірек болып келетін табиғи газдар. Бұлардың құрамында ауыр көмірсутектер болып жарымайды (әдетте, 1-1,5 %-дан аспайды). **Қонды газдар** (газы жирные) – құрамындағы конденсат мөлшері 30-90 см³/м³ аралығында болып келетін қойнауқаттық табиғи газдар. Бұлар этанның, пропанның және бутанның, яғни "ауыр көмірсутектер" деп аталатын газдар тобының жоғары мөлшерлерімен сипатталады. Мұндай газдарды айыру нәтижесінде олардан сұйық газдар мен газдық бензин алуға болады. Қонды газдар көбінесе жеңіл

мұнайлармен аралас ұшырасады, ал құрғақ газдар, керісінше, ауыр мұнайлар арасында кездеседі.

Көмірсутекті газдар өнімінің 96 %-ы газ кенорындарынан өндіріледі. Таза газ кенорындарының мұнай кенорындарымен тікелей байланысы болмайды десе де болады. Жалпы алғанда, газ кенорындары екі түрлі болып келеді, олар – таза газ кенорны (газды кенорын) және газ-конденсат кенорыны (газды-конденсатты кенорын). Табиғи газ құрамының 93-98,8 %-ын әдетте метан құрайды. Сондықтан, яғни газ құрамындағы C_4-C_5 тізбегіне тиесілі газдар өте аз болғандықтан, табиғи газдар негізінен құрғақ газдардың санатына жатады. Табиғи газ, яғни метанды газ қалыпты жағдайда түссіз, иісі де жоқ, жанғанда бөлетін қызуы жоғары көрсеткіштермен сипатталатын газ болып табылады, сондықтан ол отын ретінде кенінен пайдаланылады. Мұндай газдар тамаша шикізат рөлін де атқарады, олардан сутек, ацителен, күйе (сажа) сияқты химиялық өнімдер алуға болады.

Газ-конденсат кенорны (газды-конденсатты кенорын) жер қойнауының тереңдіктеріне тән жоғары қысымдар жағдайында мұнайдың газда еруі нәтижесінде қалыптасады деген пікір бар. Мұндай кенорынның таза газ кенорынан басты айырмашылығы – мұндағы газ құрамында метанның мол мөлшерлерімен қатар пропанның және сұйық күйдегі парафинді, нафтенді және хошиісті көмірсутектердің біршама жоғары коцентрациясы болатындығы. Газды-конденсатты кенорынды игеру барысында одан өндірілген конденсат газдан арыла бастайды, бұл процесс қысымның күрт азаюымен байланысты. Осылайша бөлектенген конденсат құрамы негізінен бензиннен тұрады.

Мұнайдың серіктес газы мұнайда еріген күйде болады да, жоғары көтерілуі барысында сол мұнайдан ажырайды. Серіктес мұнай газының құрамында этан, пропан, бутан сияқты ауыр көмірсутектер молынан ұшырасады, олардың жалпы мөлшері 50 %-ға дейін жетеді. Бұлардан газдық бензиннің ең жеңіл түрлері алынады, мұндай бензиндерді тауарлық бензиндерге қосуға болады. Серіктес газдардан этанды, пропанды және бутанды айырып ала отырып, оларды химия өндірісінде шикізат ретінде пайдаланады. Мәселен, бутан мен изобутан байырғы каучук алу үшін пайдаланылады.

Конденсатты қысым мөлшерін өзгерту арқылы сұйық газға айналдыруға болады, бұлар өте жиі қолданылатын тиімді отын рөлін атқарады.

Газдарының құрамындағы көмірсутекті газдардың үлес-салмағы 20-30 %-дан аспайтын газ кенорындары да ұшырасады, бұл жағдайда

газдардың қалған бөлігін өзге газдар атқаратындығы түсінікті. Табиғи газдардың құрамында сутек элементі сирек ұшырасады. Сутек жекелген элемент ретінде тек қана газ күйінде ұшырасады. Оның химиялық белсенділігі өте жоғары, ол таужыныс қатқабаттарынан еш кедергісіз өте алады. Жер қойнауындағы таза сутек газының даралану табиғаты әзірге белгісіз, жалпы алғанда, бұл элементтің газ кенорындарында жеке-дара ұшырауы – жұмбақ құбылыс. Қойнауқаттық газдар құрамында көмірқышқыл газы, аммиак, мінсіз газдардың (газы идеальные) кейбір өкілдері, т.б. ұшырасуы мүмкін. Аммиак аммоний тұздарын кіріктіретін мұнай сулары есебінен қалыптасатын болса керек. Жалпы алғанда, қойнауқаттық газ жатындары құрамында ұшырасатын әртүрлі газдардың табиғаты соларды туындататын табиғи жүйелердің сипатымен және олардың газдарды бөліп шығару қабілетімен анықталады. Табиғи газдарды өндірісте және тұрмыста ұтымды пайдалану үшін арнаулы газ тасымалдау құбырлары, газ өңдеу зауыттары салынады, ал олардың мол қорларын сақтау мақсатында жерасты және жерүсті қорқоймалары (резервуарлар) тұрғызылады.

Көмірсутекті газдардың негізгі қасиеттері – олардың *салыстырмалы тығыздығы және тұтқырлық көрсеткіші*. Газдың тығыздығы ауаның тығыздығымен салыстырмалы түрде анықталады. Метанның салыстырмалы тығыздығы – 0,554, бутанның бұл көрсеткіші – 2,006, өзге көмірсутекті газдардың тығыздығы бұл көрсеткіштен де жоғары болып келеді. **Тұтқырлық** дегеніміз зат бөлшектерінің сырт күш әсерінен қозғалыстарға ұшырауға көрсететін қарсылығы. Мәселен, ауаның қалыпты жағдайдағы (температура – 0°C, қысым – 760 атм.) тұтқырлығы – 0,000172 сПЗ шамасында, ал газдың тұтқырлығы – 0,000131 сПЗ.

Табиғи газдарға қатысты тағы бір маңызды сипат – олардың *сығымдалуға икемділік дәрежесі*. Көмірсутекті газдардың сығымдалу табиғаты байырғы Клайперон тендеуіне бағынбайды, сондықтан мұндай газдардың аталған сипатын анықтау үшін "газдың сығылғыштық коэффициенті" деп аталатын арнаулы қосымша түсінік енгізіледі. **Газдың сығылғыштық коэффициенті** – бірдей жағдайда, яғни қысым мен температураның белгілі бір мөлшері жағдайында нақтылы газ бен мінсіз газ (идеальный газ) көлемдерінің бір-біріне қатынасымен өлшенетін шама. Бұл шама төмендегі тендеу көмегімен анықталады:

$$Z=N \cdot R \cdot T \cdot p \cdot V, \quad (6.1)$$

мұндағы: Z – газдың сығылғыштық коэффициенті; N – газдың килограмм-моль саны, ол $N=Q:M$ тендеуі көмегімен анықталады

(Q – газдың салмағы, кг; M – газдың молекулалық салмағы); R – бір мольдік газдың тұтқырлығы, бұл көрсеткіш барлық газдар үшін бірдей; T – нақты температура, °C; p – газдың қысымы, атм.; V – газдың көлемі, $см^3$.

Газдың сығылғыштық коэффициентін кейде "газдың серпінді ұлғаю коэффициенті" деп те атайды. Әртүрлі қалыптағы газдың сығылғыштық коэффициентін анықтауға қажетті деректер зертханалық жағдайда анықталады, кейде арнаулы график пайдаланылады.

Көмірсутекті газдардың тағы бір өздеріне тән қасиеті – олардың мұнайда ерігіштігі. **Газдың (табиғи көмірсутектік) мұнайда ерігіштігі** – табиғи көмірсутектік газдың нақтылы термобаралық жағдайларда мұнайлы қойнауқатта біртекті сұйық жүйе қалыптастыру қабілеті. Мұнай-газ кәсіпшілігі геологиясын көбінесе кенорынды игеру барысындағы мұнайдың газдан арылу процесі қызықтырады. Алайда газдың мұнайда ерігіштігі мөлшерін білу де қажет-ақ, себебі ол қойнауқаттық мұнайдың көлемдік коэффициентін анықтау, қойнауқаттық газбен тоғыту мәселелерін шешу, қойнауқатқа әсер ету процесін, игерудің кешеуілдеуі салдарынан бөлініп шығатын газды еріту шараларын күн тәртібіне қою барысында қажет болады. "Генри заңы" деп аталатын заңдылыққа сәйкес, газдың сұйық заттарда еруі тұрақты температура жағдайындағы қысым мөлшеріне байланысты өтеді, яғни бұл процесс қысым мен температура көрсеткіштеріне тікелей байланысты. Алайда көмірсутекті газдардың өзге газдардан айырмашылығының бірі – олардың сұйықта тезірек еритіндігі. Әсіресе қонды газдар мұнайда өте тез ериді. Табиғи көмірсутекті газдың мұнайда еру қабілетін сипаттайтын көрсеткіш **газдың мұнайда еру коэффициенті** деп аталады, бұл шама қысым 0,1 мПа мөлшеріне өскенде мұнайдың масса немесе көлем бірлігінде еритін газ мөлшерін кескіндейді. Құрғақ газдардың (жұтаң газдардың) қысымдағы өзгерістерге орай мұнайда еру сипаты диаграммада тік түзу сызықпен кескінделеді, яғни бұл жағдайда сөз болып отырған коэффициент тұрақты шамамен сипатталады. Ал қонды газдардың мұнайда еру коэффициенті қисық сызық арқылы көрсетіледі, оның себебі бұл газдардың мұнайда еруі қысым өзгерісіне тәуелді болып келеді. Жеңіл мұнайларда газ тез ериді де, ауыр мұнайларда жайырақ ериді. Газдың мұнайда еру қарқыны температура мен қысымға ғана байланысты емес, мұнайдың құрамына да байланысты. Температураның жоғарылауы және газ серпінділігінің артуы газдың мұнайда еру процесін нашарлатады. Жалпы алғанда, газдың мұнайда еру коэффициенті шамамен 0,20-0,25 аралығында болады.

Көмірсутекті газдар ауамен араласқанда қопарылыс беруі де мүмкін, мұндай қоспаны **шыртылдауық газ** (гремучий газ) деп атайды. Аталған қопарылыс қоспа құрамындағы ауа мөлшері 5-15 аралығында, ал пропан газының мөлшері 2,4-9,5 аралығында болғанда көрініс береді. Ауыр көмірсутектердің қоспа құрамындағы үлес салмағы көрсетілген мөлшерден де азырақ жағдайдың өзінде-ақ мұндай қоспалар қопарылыс беруге қабілетті.

6.3. Мұнай және оның кейбір физика-химиялық қасиеттері

Мұнай – жер қойнауына душар болған органикалық заттардың ыдырауы нәтижесінде қалыптасқан, негізінен алғанда көмірсутектерден тұратын каустобиолиттер, яғни жанғыш қазбалар. Ол өзіне тән иісі бар, жануға қабілетті майлы сұйық болып табылады. Мұнайдың түсі кең аралықта өзгереді (қара, қызғылт, қоңыр-қошқыл, ашық сарғыш, т.с.с.), бұл өзгерістер мұнай құрамындағы қосымшалар табиғатына тәуелді. Сирегірек күнгірттеу, қара-бурыл, тіпті ақ түсті мұнайлар да ұшырасады. Мысалы, Өзербайжан мемлекеті жеріндегі Сурахана алаңшасынан ақ түсті мұнай күні бүгінге дейін өндіріледі.

Мұнай, жалпы алғанда, судан жеңіл, оның меншікті салмағы $650-1000 \text{ кг/м}^3$ аралығында өзгереді (таза судың меншікті салмағы, яғни тығыздығы 1000 кг/м^3 екендігі белгілі). Меншікті салмағы 900 кг/м^3 -ға дейінгі мұнайлар "жеңіл мұнай", ал аталған көрсеткіші 900 кг/м^3 -нан жоғары мұнайлар "ауыр мұнай" деген атауларға ие. **Жеңіл мұнай** – химиялық сипатына (негізінен метанды көмірсутектерді кіріктіру сипатына) және фракциялық құрамына (негізінен бензиннің үлес салмағының мол болуына) байланысты тығыздығының (меншікті салмағының) біршама төмен болуымен ерекшеленетін мұнай. **Ауыр мұнай** – құрамындағы шайыртасты-шайырлы заттардың (вещества асфальто-смолистые) мол болуы, көмірсутектер құрылысында циклдік құрылымдардың басым болуы және тез қайнайтын фракциялар мөлшерінің аз болуы салдарынан тығыздығы (меншікті салмағы) біршама жоғары мөлшерлермен ($0,9 \text{ г/см}^3$ -нан астам) сипатталатын мұнай.

Мұнай суда ерімейді, оның бұл қасиеті өте маңызды рөл атқарады. Мұнайдың суда ерімеуі және оның меншікті салмағының су салмағынан төмен болуы гидростатикалық қысымы азайған игерім ұңғымалары оқпанына су айдау арқылы мұнай өнімін арттыруға мүмкіндік береді. Мұнай өнімін жоғарылатудың бұл тәсілі мұнай өндіру аймақтарының барлығында да өте жиі қолданылатын тәсілдердің бірі. Бұрынғы Кеңестер Одағы ауқымында өндіру

ұңғымасына (игерім ұңғымасына) су айдау тәсілі тұңғыш рет 1943 жылы қазақ жерінде – Доссор мұнай кенорнында жүзеге асырылғандығы баршамыз үшін мақтаныш болуы тиіс.

Мұнайдың негізгі физикалық қасиеттерінің бірі – олардың *тұтқырлығы*, себебі осы тұтқырлық көрсеткішінің мұнай кәсіпшілігіндегі, жалпы мұнай өнеркәсібіндегі маңызы өте зор. Мұнайдың тұтқырлығы оны өндіру барысында және бір орыннан екінші орынға тасымалдағанда қатаң ескерілетін мәселе. Тұтқырлығы төмен, яғни біршама сұйық та жеңіл мұнай жеңіл өндіріледі және оңай тасымалданады. Ал тұтқырлығы жоғары, негізінен қара-қошқыл түсті мұнайды өндіру, жинақтау және тасымалдау шаралары көптеген қосымша еңбек пен әдіс-тәсілдерді қолдануды қажет етеді. Мұнайдың тұтқырлығына оның құрамындағы парафин мен шайырдың (смолянын) үлес салмағы қатты әсер етеді, бұл көрсеткіш қысым мен температураға да тікелей тәуелді. Мәселен, Грозный қаласы маңынан өндірілетін парафині мол мұнай 2°C салқындықтың өзінде тез тоңазып қоюланады да, оны тасымалдау, яғни құбырлар арқылы айдау мүмкіндігі күрт кемиді. Ал осы өңірдің парафинсіз мұнайы 19°C салқындық жағдайында да өзінің біршама сұйық күйін сақтайды. Қазақстан ауқымында парафинді мұнайлар Маңғыстау мұнайлы провинциясында өндіріледі, сондағы Жетібай және Өзен кенорындарының, Бозашы түбегіндегі Қаражамбас кенорнының мұнайлары мейлінше парафинді болып келеді. Бұл кенорындардан өндірілген мұнай, өзінің құрамындағы парафин мөлшерінің жоғары болуына байланысты, тіпті жаз айларының өзінде де жер бетіне көтерілісімен-ақ бірден қоюланып кетеді, олар тіпті 34°C жылылықта да қиын жылжитын қою массаға айналады. Мұндай мұнайларды мұнай құбырлары арқылы тасымалдау барысында құбыр жүйесі бойына жиі-жиі компрессорлық станциялар орнатылады, осы станцияларда мұнай қыздырылып, жасанды түрде сұйылтылып отырылады. Каспий маңы синеклизасындағы Жем (Ембі) өңірінің Доссор, Мақат, Сағыз, Прорба, т.б. кенорындарының мұнайлары, керісінше, парафинсіз мұнайларға жатады. Бұлар 40-60°C салқындықта да қоюланып қараймайды, сондықтан бұл мұнайлар өндіруге де, тасымалдауға да өте қолайлы.

Мұнайдың жану жылуы (теплота сгорания) 10300-10800 ккал аралығында. **Жану жылуы** дегеніміз отынның шартты мөлшері түгелімен жанғанда бөлініп шығатын жылу мөлшері. Басқа отындармен салыстырғанда, мұнайдың жану жылуы әлдеқайда жоғары.

Мұнайдың негізгі қасиеттерінің бірі – олардың өз бойынан электр тогын өткізбейтіндігі. Осыған байланысты, мұнай электротехникада оқшаулауыш (изоляция) ретінде жиі қолданылады. Мұнайдың электр тогын өткізбеу қабілеті электрокаротаж жұмыстарын жүргізуде, сөйтіп

ұңғыма оқпаны тесіп өткен таужыныстар қимасын саралауда өте маңызды рөл атқарады.

Мұнай, бензин, хлороформ, эфир сияқты кейбір органикалық еріткіштерде тез ериді, ал өзі иод, күкірт, каучук, шайыр, өсімдік майлары сияқты заттарды жақсы ерітеді. Мұнайдың суда ерімейтіндігі, бұл қасиетінің өндірістегі маңызы жоғарыда айтылды.

Мұнайдың химиялық құрамы негізінен көмірсутектерден тұрады. Көміртек пен сутек атомдарынан басқа мұнай құрамында түрлі мөлшерде оттек, азот, күкірт кездеседі. Мұнайдағы көмірсутектердің орташа мөлшері 84-86%, сутек 12-14%, азот пен күкірт 4-5% аралығында болып келеді. Мұнай химиясымен айналысатын ғалымдар мұнай жанғаннан кейін қалатын күл құрамында азын-аулақ мөлшерде ванадий, фосфор, калий, иод, кальций, темір, алюминий, марганец, алтын, күміс, қорғасын, мыс, сірке суы, т.б. элементтер ұшырасатындығын анықтады. Қазірдің өзінде мұнайдың көмірсутектік құрамы тұрғысынан мыңнан астам түрі болатындығы белгілі болып отыр. Мұндай алуан түрлілік мұнай кенорындарының әртүрлі геологиялық, геохимиялық, басқа да өзгеше табиғи жағдайлар аясында қалыптасатындығынан болса керек. Ең қарапайым көмірсутектер өкілі – метан (CH_4), оның құрамында бір ғана көміртек атомымен байланысқан төрт сутек атомы бар. Ал метаннан кейінгі қарапайым көмірсутек болып табылатын этанның құрамында екі көміртек атомы алты сутек атомымен байланысқан (C_2H_6). Кейінгі көмірсутектердің химиялық құрамы осы ретпен бірте-бірте күрделілене береді, мәселен: пропан – (C_3H_8), бутан – (C_4H_{10}) пентан – (C_5H_{12}) т.с.с.

Мұнай түрлері тек қана көмірсутек тізбегінің ұзындығымен ғана шектеліп қоймайды, себебі олардың құрамындағы көміртек пен сутек өзара екі немесе үш химиялық сызықтармен байланысады. Бұлардың мысалдары ретінде бензолды немесе циклопентанды атауға болады. Кейбір жағдайларда көмірсутектер тізбегі бір-бірімен тұйықталған, ал екінші жағдайда бұл тізбек ажыраған түрде де ұшырасады. Олардың түрлерінің табиғатта мольнан ұшырасуы көп жағдайда осы мәселеге байланысты.

Жоғарыда аталған мәселелер тұрғысынан мұнай көмірсутектерін ірі-ірі үш топқа жіктеуге болады, оларды метан немесе парафин тобы, нафтен тобы және хошиісті көмірсутектер тобы деп атайды.

Метан тобына жататын көмірсутектердің жалпылама құрамы $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ формуласымен өрнектеледі. Бұл топ көмірсутектерінің өзге топ өкілдерінен басты айырмашылығы – олардың құрамында көмірсутектердің үлес салмағының молырақ болатындығы және оны

құрайтын молекулалардағы көмірсутек атомдарының тікелей созылған ұзынша немесе ажыраған тізбектер құрайтындығы. Көмірсутектердің метан тобы мұнай құрамында жиірек және молырақ ұшырасады. Бұл топқа парафин де кіретін болғандықтан оны кейде *парафин тобы* деп те атайды. Парафині мол мұнайлар Грозный қаласының маңында, Маңғыстау түбегінде, Баку өңірінде, Мексикада, Румыния жерінде, т.б. ұшырасады. Парафиннің метаннан басты айырмашылығы – оның құрамындағы көмірсутектер тізбегінің тұйықталған күйде болатындығы және сутек атомдарының метандағыға қарағанда азырақ болатындығы.

Нафтен тобына тиесілі көмірсутектердің жалпылама құрамы C_nH_{2n} формуласымен өрнектеледі, нафтенді мұнайлар Каспий маңы синеклизасындағы Жем (Ембі) өңірінде, Баку маңында, Калифорнияда, т.б. кездеседі.

Хошиісті көмірсутектер тобының жалпылама құрамы C_nH_{2n-6} формуласымен өрнектеледі. Бұлардың құрамындағы сутек атомдары шектеулі болып келеді, көмірсутектерінің атомдары тұйықталған тізбек, яғни дөңгелек пішінді құрайды, екі сызықтық байланыс арқылы астасқан көмірсутектердің алты атомынан құралады. Хошиісті көмірсутектер тобының өкілдері мұнай құрамында сирегірек ұшырасады. Алайда мұндай мұнайлар ТМД елдері ауқымындағы Майкоп өңірінде және Пермь облысының ауқымында, алыс шет елдердегі Барнео, Суматра, т.б. мұнайлы аудандарда ұшырасады.

6.4 Мұнайларды топтастыру және жіктемеу

Жер қойнауында физикалық ерекшеліктері мен химиялық құрамы жағынан бір ғана топқа жататын, бір-біріне дәлме-дәл ұқсас мұнайды ұшырастыру өте сирек құбылыс. Тіпті бір ғана кенорынның мұнайы ұдайы бірдей құраммен сипатталмайды, кенорынның әртүрлі горизонттарында әртүрлі мұнайлардың ұшырасуы біршама жиі кездесетін құбылыс. Мұның басты себебі мұнай қалыптасуының табиғи жағдайларындағы өзгерістерден туындайтын болса керек. Жоғарыда аталған жайтқа байланысты, табиғи мұнай шоғырларын әдетте әртүрлі топтарға бөліп қарастырады, мұндай топтардың бастылары мыналар: метанды (парафинді) мұнай; метанды–нафтенді мұнай; нафтенді мұнай; нафтенді–метанды–хошиісті мұнай; нафтенді–хошиісті мұнай; хошиісті мұнай, т.с.с.

Метан, этан, пропан және бутан "төмен сатылы көмірсутектер" деп аталады, бұлар қалыпты жағдайда газ күйінде ұшырасады;

пентаннан гексадеканға дейінгі аралықтағы көмірсутектер сұйық күйде ұшырасса, ортодеканнан жоғарғы көмірсутектер қатты зат күйінде кездеседі. Нафтенді және хошісті көмірсутектер температураның дағдылы жағдайында сұйық күйінде немесе қатты зат түрінде ұшырасады.

Мұнайдың құрамында көмірсутектермен қатар шайыртастық шайырлар (асфальтовые смолы) ұшырасады. Бұлар түсі кара, кара-қошқыл, тұтқыр әрі ыдырамайтын берік қосындылар болып табылады. Кейбір жағдайларда оларды еріту үшін арнаулы химиялық ыдырату реакциялары қолданылады. Бензинде ерімейтін шайыртастық шайырлардың жоғары молекулалық бөлшегі болып табылатын шайырлар "шайыртастақтар" (асфальтендер) қатарын құрайды.

Өндіріс пен шаруашылықта мұнайдың сапасына және тауарлық сипатына айрықша көңіл бөлінеді.

Өзінің фракциялық құрамына байланысты мұнайлар "жеңіл мұнай" немесе "бензин мұнайы" және "ауыр мұнай" немесе "отын мұнайы" болып екіге жіктеледі. Егер мұнай құрамындағы майлы қосындылардың үлес салмағы 20 %-дан артық болса, ондай мұнайларды "майлы мұнай" (масляная нефть) деп атайды.

Мұнайдың температурасын көтеру арқылы одан сапасы мен шаруашылықтағы маңызы әртүрлі мұнай өнімдері алынады. Мәселен, мұнайдың температурасын 100°C-ға жеткізгенде одан бірінші сортты бензин, 110°C-да – байырғы бензин, 130°C-да – екінші сортты бензин, 265°C-да – "метеор" деп аталатын керосин, 270°C-да – кәдімгі керосин алынады, ал 300°C-да және одан да жоғары температурада қыздырғанда алуан түрлі майлар алынады. Мұнайдың аталған заттарды бөліп алғаннан кейінгі түпкі қалдығы "мазут" немесе "кара май" деп аталады, ол да отын ретінде қолданылады.

Мұнайдың құрамындағы парафиннің, күкірттің және шайырлар мен шайыртастақтардың мөлшеріне қарай олар төмендегіше топтастырылады:

1) құрамындағы парафиннің мөлшеріне қарай: а) парафинсіз мұнай – парафин мөлшері 1 %-ға дейін; ә) азпарафинді мұнай – парафин мөлшері 1-2 % аралығында; б) парафинді мұнай – парафин мөлшері 2 %-дан артық;

2) құрамындағы күкірттің мөлшеріне қарай: а) азкүкіртті мұнай – күкірт мөлшері 0,5 %-ға дейін; ә) күкіртті мұнай – күкірт мөлшері 0,5 %-дан артық;

3) құрамындағы шайырдың мөлшеріне қарай: а) азшайырлы мұнай – шайыр мөлшері 8 %-ға дейін; ә) шайырлы мұнай – шайыр

мөлшері 8-28 % аралығында; б) молшайырлы мұнай – шайыр мөлшері 28 %-дан артық.

Өндірісте мұнайдың меншікті салмағы "ареометр" деп аталатын прибор көмегімен өлшенеді немесе мұнайдың бұл көрсеткішін анықтау үшін ол арнаулы зертханалық зерттеулерге жіберіледі. Мұнайдың қойнауқаттық жағдайдағы меншікті салмағын анықтау үшін "тереңдік сынама алғыш" (глубинный пробоотборник) деп аталатын арнаулы аспап қолданылады. Бұл аспап мұнайдың қойнауқаттық жағдайдағы қысымы мен температурасын сақтай отырып, оның белгілі бір бөлігін жер бетіне көтеріп алу, сөйтіп оның қойнауқат жағдайындағы физикалық қасиеттерін талдау мүддесін қамтамасыз ету мақсатында қолданылады. Мұнайдың жер бетіне көтеріліп алынғаннан кейінгі меншікті салмағын оның қойнауқаттық жағдайдағы меншікті салмағымен салыстыруға болмайды, себебі жер бетіне көтерілгеннен кейінгі атмосфералық жағдайда мұнай өзінің салмағын және өзге де кейбір физикалық қасиеттерін өзгертетін болады, яғни ол жаңа жағдайға бейімделеді. Осындай өзгерістердің бірі мұнайдың көлемдік өзгерістеріне қатысты.

Жер қойнауындағы мұнайға қойнауқаттық қысым мен температура әсер ететіндігі және қойнауқаттық мұнай құрамында түрлі мөлшердегі еріген газ болатындығы белгілі. Осыған байланысты мұнайдың қойнауқаттық жағдайдағы болмыс-бітімі оның қалыпты жағдайдағы болмыс-бітімінен өзгеше болады. Жер бетіне шығарылысымен мұнай жаңа жағдайға бейімделеді, яғни ол газдан арылады, температурасы мен қысымы кемиді, "ауырлай" түседі. Жалпы алғанда, қойнауқат жағдайындағы мұнайдың көлемі оның жер бетіне шығарылғаннан кейінгі көлеміне қарағанда анағұрлым артық болады. Жер бетіне шығарылуына байланысты ол бір топ физикалық өзгерістерге ұшырайды, яғни көтеріліп алынған мұнай массасының температурасы кемиді, ол өз бойындағы газ массаларын жоғалтады, көлемін кішірейтеді. Осы процестермен орайлас тағы бір өзгеріс көрініс береді: жер бетіне шығарылған мұнай массасының қысымы күрт кеміп кетуіне байланысты, мұнай тек өзіне ғана қатысты көлемін айтарлықтай ұлғайтағын болады. Бұл айтылғандардан шығатын басты қорытынды – мұнайдың қойнауқаттық жағдайдан қалыпты жағдайға ауысуына байланысты оның күрделі мазмұнды физикалық өзгерістерге ұшырайтындығы.

Мұнайдың нақтылы массасының қойнауқаттық және қалыпты жағдайлардағы көлемдік өзгерістерінің арақатынасын анықтау үшін "қойнауқаттық мұнайдың көлемдік коэффициенті" деген түсінік

қолданылады. **Қойнауқаттық мұнайдың көлемдік коэффициенті** дегеніміз қойнауқаттық мұнай көлемінің ($V_{қой.}$) сол қойнауқаттан қалыпты (атмосфералық) жағдайға шығарылып, іріктеліп алынған мұнай көлеміне ($V_{қал.}$) қатынасымен өлшенетін шама:

$$\epsilon = V_{қой.} : V_{қал.} \quad (6.2)$$

Бұл коэффициент жер бетіне көтерілген, сөйтіп қалыпты жағдайға, яғни 20°C температура, 1 кг/см² қысым жағдайына келтірілген. 1 м³ мұнай массасын қайтадан қойнауқатқа "сіңіре алған" жағдайда оның қандай көлемді иеленетіндігін көрсетеді. Осы тұрғыдан алғанда, мұнайдың температурасы жоғарылап, құрамындағы еріген газ мөлшері өскен сайын оның көлемдік коэффициент мөлшері де өсетіндігі түсінікті. Тереңдіктерде орналасқан мұнай жатындарының көлемдік коэффициентінің мөлшері 3-ке дейін жетуі мүмкін ($\epsilon=3$). Алайда мұнай кенорындарының көпшілігінде бұл көрсеткіш орта есеппен 1,1-1,7 аралығында өзгереді.

Қойнауқаттық мұнайдың көлемдік коэффициентіне карама-қарсы шама **кері есептеу коэффициенті** деп аталады, ол төмендегі теңдеу көмегімен анықталады:

$$q = I : \epsilon = V_{қал.} : V_{қой.} \quad (6.3)$$

Бұл теңдеу қойнауқаттық мұнай мөлшерінің көлемін қалыпты жағдайда іріктелген мұнай көлеміне келтіру мақсатында қолданылады.

Мұнай өндіру барысында жер бетіне шығарылған мұнай көлемінің өз бойындағы серіктес газдан (попутный газ) арылуы салдарынан кішірею мөлшері **сему коэффициенті** (коэффициент усадки) деп аталатын шаманы анықтау арқылы анықталады:

$$\epsilon = V_{қой.} - V_{қал.} : V_{қой.} \quad (6.4)$$

Бұл көрсеткіштің кең аралықта өзгеруіне "газдық фактордың" тигізетін әсері зор. **Газдық фактор** – қойнауқаттық сұйықтардың, газдардың немесе таужыныстардың серіктес газдан арылуы нәтижесінде пайда болған жүйедегі газ түріндегі, сұйық түріндегі немесе қатты зат түріндегі фазалардың мөлшерлік қатынасымен өлшенетін шама. Көп жағдайда газдық фактор табиғи газ мөлшерінің (массасының) газдан арылған мұнай, конденсат немесе қойнауқаттық су мөлшеріне (массасына) қатынасымен анықталады. Газдық фактордың сандық көрсеткіші сорбент сипатына, табиғи серіктес газдың құрамы мен мөлшеріне және газдан арылу жағдайына тәуелді. Газдық фактор "тәжірибелік газдық фактор" және "өндірістік газдық фактор" болып екі түрге бөлінеді.

Газдық фактор өндіріс жағдайында тәулік бойына өндірілген серіктес газдың көлемін ($V_{\text{газ}}$) сол газ алынған мұнай массасының салмағына ($Q_{\text{мұн}}$) бөлу арқылы анықталады:

$$G_{\text{фак}} = V_{\text{газ}} : Q_{\text{мұн}} \quad (6.5)$$

Мысалы, бұрғылау ұңғымасы оқпанынан тәулігіне 10 т мұнай және 1500 м³ серіктес газ өндірілген болса, онда бұл жағдайдағы газдық фактор $G_{\text{фак}} = 1500 : 10 = 150 \text{ м}^3/\text{т}$ болып шығады.

Мұнай-газ кәсіпшілігі геологиясында анықтауды қажет ететін маңызды мұнай сипаттарының бірі – мұнайдың газдан арылу (разгазирование нефти) қабілеті. **Мұнайдың газдан арылуы** – қойнауқатта немесе зертханалық жағдайда қойнауқаттық қысымның қанығу қысымына дейін азаюы салдарынан қойнауқаттық мұнай құрамынан газ түрбөлшектерінің (компоненттерінің) бөлінуі. Бұл процесс сол газдардың еру ретіне қарама-қарсы ретпен жүзеге асады, яғни газдардың мұнайдан бөліну реті төмендегідей: азот, метан, этан, пропан, бутан, пентан, т.с.с. Жатынды игеру барысында мұнайдың жіктелген газдардан және жапсарлық газдардан арылу процестері бір-бірімен орайлас өтеді. "Мұнайдың газдан арылу" термині кейде "мұнайдың газсыздануы" (дегазирование нефти) терминімен алмастырылып қолданылады.

Қойнауқат ауқымында мұнайдың жылжуына кесел келтіретін күшті **тұтқырлық** деп атайды. Бұл көрсеткіш "пуаз" деп аталатын өлшеммен өлшенеді. Пуаздың өлшемдік мәні дин.сек./см^2 немесе г/см.сек. , ал техникалық жүйе бойынша кг.сек./см^2 . $1 \text{ кг.сек./см}^2 = 98,1 \text{ дин.сек./см}^2$ -қа тең.

Өндірістік тәжірибеде мұнайдың динамикалық тұтқырлығы "сантипуаз" (СПз) деп аталатын өлшеммен өлшенеді. 1 пуаз 100 сантипуазға тең. Мұнайдың тұтқырлығы оның құрамындағы химиялық қосындылар құрамы мен мөлшеріне, қойнауқаттық температура мен қысым мөлшерлеріне тәуелді болатындығы түсінікті. Өндірілген, яғни ұңғыма оқпанынан жер бетіне шығарылған мұнайдың тұтқырлығы сол мұнайдың қойнауқаттық жағдайдағы тұтқырлығынан 2-3 есеге дейін артық болып келеді.

6.5. Мұнай-газ кенорындарының сулары және олардың физикалық қасиеттері мен химиялық құрамы

Жерасты сулары қашан да жер қойнауына шоғырланған мұнай-газ жатындарының табиғи серігі рөлін атқарады. Жерасты сулары мұнай-газ шоғырларының бірте-бірте жинақталуына, сөйтіп кәдімгі

мұнай-газ кенорындары қалыптасуына немесе керісінше, мұнай-газ массаларын бөлшектеуге, оларды өзімен бірге жер бетіне шейін сыздықтата көтеруге, сөйтіп потенциалдық мұнай-газ кенорнын мүлдем ысырап етіп жіберуге өз септігін тигізеді. Сондықтан да мұнай және газ горизонттарының қалыптасу, даму тарихында жерасты суларының атқаратын маңызы өте зор.

Мұнай-газ кенорындарымен үнемі орайлас ұшырасатын жерасты суларының кейбір физикалық қасиеттерін саралау іс-тәжірибе үшін өте маңызды. Сондықтан жерасты суларының осы физикалық қасиеттері жөнінде қысқаша ғана мағлұмат беріп өту орынды.

Қойнауқаттық судың меншікті салмағы – қойнауқаттық судың белгілі бір мөлшері салмағының оның көлеміне қатынасымен өлшенетін шама:

$$g=G : v, \quad (6.6)$$

мұнда: g – мұнайдың меншікті салмағы; G - қойнауқаттық судың салмағы; v – оның көлемі. Меншікті салмақ (g) бірлігі – H/m^3 . Жерасты суларының меншікті салмағы олардың минералдану дәрежесіне, яғни оларда еріген минералдар мен газдардың мөлшеріне (концентрациясына) тәуелді болып келеді. Ал судың минералдану дәрежесі ондағы еріген заттардың мөлшерімен анықталады. Мәселен, 100 г сулы ерітіндінің құрамындағы еріген қоспалардың (тұздардың) сол су массасына салыстырмалы түрде анықталған салмағы сол судың минералдану дәрежесін анықтайды.

Қойнауқаттық сулардың **температурасы** олардың маңызды физикалық сипаттарының бірі болып табылады. Қойнауқаттық сулардың температурасы сол қойнауқаттардың орналасу тереңдігіне, сол өңірдің геотермикалық ерекшеліктеріне байланысты болады. Кейбір жағдайларда сулы горизонт суларының температурасы сол горизонт орналасқан тереңдіктерге тиесілі мөлшерлерден көтеріңкі болуы да мүмкін, бұл негізінен аталған горизонттарға әртүрлі терең жарықтар мен жарылымдар арқылы одан да тереңірек деңгейлерден ыстығырақ сулардың ағып келіп араласуымен байланысты. Мұнай-газ өндірісі барысында осы пайдалы қазбалармен тереңдіктерде астасып жататын жерасты суларының температурасын анықтаудың маңызы зор, себебі бұл анықтау нәтижелері бұрғылау ұңғымасының оқпанына өнімді қойнауқаттардан тыс деңгейлерден ағып келетін, сөйтіп өндіру процесіне айтарлықтай кедергі жасайтын "өзге сулардың" көрініс беру деңгейлерін және олардың бүкіл болмыс-бітімін анықтауға көмектеседі.

Жерасты суларының **электрөткізгіштік** қабілетін анықтау каротаждық геофизикалық зерттеулерді табысты жүргізуге көмектеседі. Судың электрөткізгіштігі оның құрамындағы минералдық заттардың концентрациясына байланысты болады, яғни бұл қабілет судың минералдану дәрежесіне тәуелді. Минералданбаған, яғни таза су электр тогынан мүлдем өткізбейтіндігі немесе нашар өткізетіндігі белгілі.

Қойнауқаттық сулардың **тұтқырлығы** мұнайдың тұтқырлығынан әрдайым кем болады, осыған байланысты қойнауқаттық сулар олармен астасқан мұнайларға қарағанда жылдамдық жылжиды. Судың орташа тұтқырлығы қалыпты жағдайда, яғни қалыпты қысым мен 20°C температура жағдайында шамамен 1,005 *СПз*-ға тең. Қойнауқаттық судың тұтқырлығына бірінші кезекте сол деңгейлердегі температура мөлшері әсер етеді.

Жерасты сулары мұнайды шаймалауға қабілетті болғандықтан осы сулардың **беткейлік тартылыс** (поверхностное натяжение) көрсеткішін анықтау да маңызды. Беткейлік тартылыс күші дегеніміз сұйықтың өзіндік беткі жазықтығын кішірейтуге тырысу қабілеті. Жерасты суының бұл көрсеткіші неғұрлым азырақ болса, ол солғұрлым қойнауқаттық мұнай тамшыларының тезірек шайылуына, сөйтіп жер бетіне қарай тезірек жылжымалануына жағдай жасайды. Судың беткейлік тартылыс көрсеткішінің мөлшері оның химиялық құрамымен тікелей байланысты. Аталған жайттарды ескере отырып, судың беткейлік тартылыс көрсеткішін азайту мақсатында арнаулы химиялық әдістер қолданылады.

Қойнауқаттық судың **көлемдік коэффициенті** – қойнауқаттағы қысым мен температураға, суда еріген газ мөлшеріне және ондағы тұздардың мөлшеріне тәуелді түрде өзгеріп отыратын, судың қойнауқаттық жағдайдағы меншікті көлемінің оның қалыпты жағдайдағы көлеміне қатынасы. Бұл көрсеткіштің өзгеруіне әсіресе температура өзгерістері көбірек әсер етеді.

Мұнайдың суда ерігіштігі – судың мұнаймен жапсарласуы барысында оның сол суда азды-көпті еру процесі. Бұл процестің қарқындылығы мұнайдың химиялық құрамына, температураға және судың минералдану дәрежесіне тәуелді.

Газдың суда ерігіштігі – газдың сумен жапсарласуы барысында оның сол суда еру қабілеті. Мұның нәтижесінде су мен газ тепе-тең жағдайға дейін жетуі мүмкін. Газдың суда ерігіштігі қысым өскен сайын, ал судың минералдану дәрежесі азайған сайын арта түседі.

Жерасты суларының тағы бір физикалық қасиеті – оның сығылғыштық қабілеті. Бұл қабілет "судың сығылғыштық

коэффициентін" анықтау нәтижесінде анықталады. **Судың сызылғыштық коэффициенті** – қысым 0,1 МПа мөлшеріне өзгергенде қойнауқаттық су көлемі бірлігінің өзгеру көрсеткіші $(2,7-5,0) \cdot 10^5 - 1/0,1$ МПа аралығында өзгереді. Бұл коэффициентті кейде "судың серпінділік коэффициенті" немесе "судың серпінді ұлғаю коэффициенті" деп те атайды.

Мұнай-газ кенорындарымен ұдайы орайлас орналасатын жерасты суларының химиялық ерекшеліктері алуан түрлі болып келеді. Бұл сулар әдетте минералданған сулар болып келеді, яғни олардың құрамында әртүрлі дәрежеде еріген тұздар ұшырасады. Минералдану дәрежесі тұрғысынан жерасты сулары өте тұщы (0,2 г/л-ге дейін), тұщы (0,2-1 г/л аралығы), ашкылтым (1-3 г/л аралығы), біршама ащы (3-10 г/л аралығы), ащы (10-35 г/л аралығы) суларға және тұздықсуларға (рассолдарға) (35 г/л-ден астам) жіктеледі.

Жерасты суларының В.А.Сулин жасақтаған жіктемесі өзінің химиялық құрамының қалыптасуы нақтылы табиғи жағдайда және олардың таужыныстармен әрекеттесуі немесе жаралу тегі жағынан әртүрлі сулардың өзара әрекеттесуі нәтижесінде жүзеге асады деген ұстанымға негізделген. Сөз болған процестер нәтижесінде сулар түрлі-түрлі арнаулы түрбөлшектермен (компоненттермен) қанығатын болады, олардың бір-біріне қатынас мөлшері суларды төрт типке жіктеуге мүмкіндік береді, олар – сульфатты-натрийлі, гидрокарбонатты-натрийлі, хлоридті-магнийлі және хлоридті-кальцийлі жерасты сулары. Бұлардың әрбіреуі, өз кезегінде, аниондарының құрамына қарай үш топқа (гидрокарбонатты, сульфатты және хлоридті) және катиондарының құрамына қарай үш топшаға (кальцийлі, магнийлі және натрийлі) жіктеледі.

Жерасты суларының құрамында едәуір мөлшерде әртүрлі микроэлементтер ұшырасады, олардың өкілдері ретінде бірінші кезекте бромды атауға болады (мөлшері 50-2000 мг/л аралығында). Сол сияқты, жерасты суларының құрамында кейбір органикалық элементтер (аммоний – 10-300 мг/л, нафтен қышқылы – 2-30 мг/л, фенол – 1-100 мг/л, майлы қышқылдар – 0,1-300 мг/л т.с.с.), ұсақ жәндіктердің (планктордың) қалдықтары ұшырасады. Суға еріген газдар құрамында метан, ауыр көмірсутектер, күкіртсутек және органикалық азот болады.

Мұнай-газ кенорындарымен орайлас көрініс беретін жерасты сулары Қазақстан аумағында Каспий маңы ойысында, Маңғыстаудың оңтүстігі мен Үстірттің солтүстігінде, Оңтүстік Торғай өңірінде, т.б. аймақтарда палеозой эрасының кезеңдерінде қалыптасқан

шөгінділерден төрттік түзілімдерге дейінгі аралықтағы таужыныс қималарында ұшырасады. Бұлардың арасында өзінің гидрохимиялық құрамы жағынан хлоридті-кальцийлі сулар біршама жиі ұшырасады. Олардың минералдану дәрежесі Каспий маңы ойысының солтүстігі мен шығысында 50-80 мг/л-ден, Маңғыстудың оңтүстігінде 100-180 мг/л-ге, ал Каспий маңы ойысының оңтүстігі мен орталық бөлігінде 100-350 мг/л-ге дейін жетеді. Аталған өңірлердегі жерасты суларының құрамындағы бромның концентрациясы 100-580 мг/л аралығында, йодтікі – 2-20 мг/л, калийдікі – 200-2000 мг/л, стронцийдікі – 10-500 мг/л, алюминийдікі – 70-135 мг/л, т.с.с. Суда еріген газдардың құрамы көбінесе метанға сәйкес келеді, ауыр көмірсутектер сирегірек ұшырасады. Мұнай-газ кенорындарымен орайлас ұшырасатын жерасты суларының құрамында кейбір микроэлементтердің концентрациясы біршама жоғары болуына байланысты, мұнаймен серіктес осындай жерасты суларынан химия өнеркәсібінде, шаруашылықтың басқа да кейбір салаларында кеңінен пайдаланылатын бром, йод, калий, стронций, т.б. құнды элементтерді қосалқы түрде өндіруге болады.

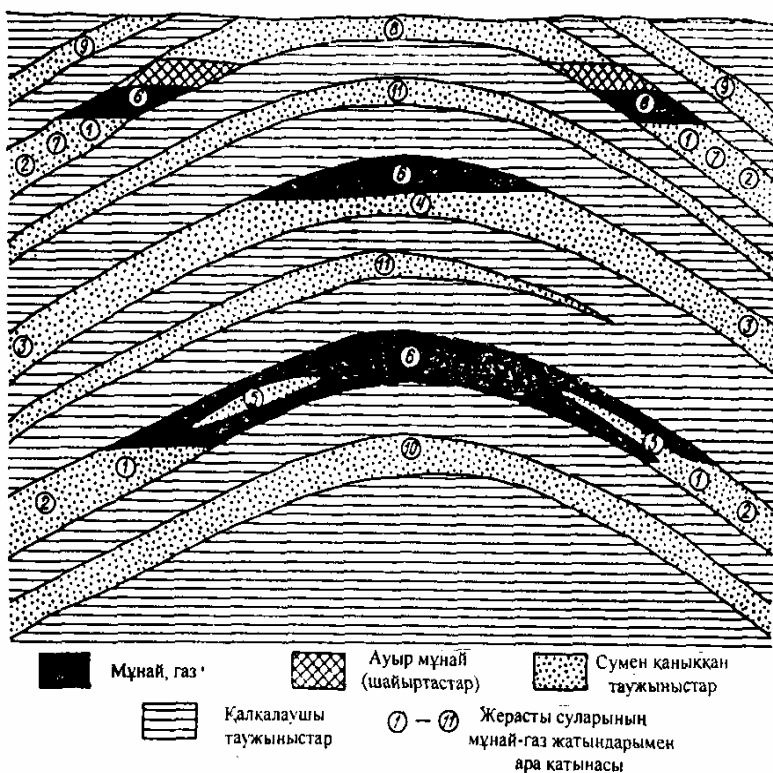
6.6. Мұнай және газ кенорындары суларының жіктемесі

Мұнай-газ кенорындары жерасты суларымен, яғни қойнауқаттық сулармен ұдайы орайлас ұшырасады. Бұл сулар өздерінің мұнай-газ жатындарымен орайласу деңгейі тұрғысынан бірнеше түрлерге бөлінеді. Олар, бірінші кезекте, "өнімді горизонттарға шоғырланған жерасты сулары" және "өнімсіз горизонттарға шоғырланған жерасты сулары" болып екі үлкен топқа жіктеледі.

Төменде мұнай-газ геологиясында маңызды рөл атқаратын, сондықтан жіктеп-жіктеп қарастыруды қажет ететін жерасты суларының тізбегі келтірілген (*б.1-сурет.*; суретте дөңгелекше ішіндегі сандар мұнай-газ кенорындарына қатысты жерасты суларының орналасу орнын көрсетеді; түсініктемеде бұл сандар жақша ішіне алынған). Аталған тізбекке жататындар:

а) *шектеулік су; шектеуіштік су* (вода контурная) (1) – мұнай-су жапсарынан немесе су-газ жапсарынан төмен, мұнайлы немесе газды қойнауқаттың ішкі және сыртқы шектерінің аралығына орналасқан су массалары. Бұлар мұнай немесе газ жатынын астыңғы жағынан тіреп тұрғандай әсер қалдырады, алайда олар жатын табанының бүкіл ауданын түгел қамтуы міндетті емес;

ә) *шектеусырттық су* (вода законтурная) (2) – белгілі бір өнімді қойнауқаттың сыртқы шегінен тыс орналасқан су массалары,



6.1-сурет. Мұнай-газ кенорындарының сулары (түсініктемесі мәтінде)

б) **қанаттық су** (вода крыльевая) (3) – белгілі бір өнімді қойнауқаттың сыртқы шегінен мүлдем қашық орналасқан су массалары; бұлар шектеусырттық сулардың бір түрі болып табылады;

в) **табандық су** (вода подошвенная) (4) - толық қойнауқаттық емес және шомбал мұнай-газ жатындарындағы су-мұнай немесе су-газ жапсарларының астыңғы өңіріне орналасқан су массалары. Бұл сулардың шектеулік сулардан басты айырмашылығы – олар өнімді горизонттың табанымен жапсарласа орналасады және сол горизонттың мұнайға немесе газға қаныққан аумағының астыңғы бөлігін түгелімен төсеп жатады. Осыған байланысты мұнай немесе газ горизонты табандық су горизонтының үстінде қалқып тұрғандай әсер қалдырады;

г) **ішкі су** (вода внутренняя) (5) - өнімді қойнауқаттардың өз өңіріне кіріккен немесе жинауыштардың сүйірлене тамамдалу

белдемдеріне, иә болмаса таужыныстардың мүлдем өткізбейтін өңірлеріне жинақталған су массалары;

ғ) **қалдық су** (вода остаточная) (6) – жинауыштардың қуыстарында мұнай және газ массаларымен бірге жинақталған, таужыныстардағы өте шағын қуышшалар мен жарықшақтарды иеленіп алған су массалары. Бұлар мұнайдың немесе газдың сүзбеленуі барысында қозғалыссыз қалады. Қалдық сулардың мөлшері жинауыш таужыныстардың құрылымдық және бітімдік ерекшеліктеріне, олардың минералдық құрамына, судың өзінің және оны ығыстырып шығарған мұнай және газ массаларының физика-химиялық қасиеттеріне тәуелді;

д) **шеттік су** (вода краевая) – кейде шектеуіштік және шектеусырттық сулардың жиынтық атауы ретінде қолданылады. Кенорынның өнімді қойнауқатының бір бөлігі жер бетіне шығып жатқан жағдайда осы қойнауқаттың қойнауларға қарай сұғынған бөлігіне шоғырланған су массаларын *төменгі шеттік су* (7) деп атайды. Өнімді қойнауқаттың жер бетінен көрініс беретін бөлігіне шоғырланған су массалары *жоғары шеттік су* (8) деген атауға ие, бұлар өздерінің тегі жағынан сіңбе суларға жатады. Бұлар мұнай-газ жатынының, мәселен моноклин жатынының жоғарғы жағынан орын тебетін, сондықтан өндірістік процестерге кері әсерін тигізетін – мұнай-газ қорларының сапасын кемітетін, өнімді қойнауқатты эрозияға ұшырататын, мұнайдың тұтқырлығын арттыратын, яғни оны қоюландырып, табысты игеруге кесел келтіретін – сулар.

Жоғарыда сипатталған қойнауқаттық сулардың сегіз түрі *өнімді горизонттарға шоғырланған жерасты суларының* өкілдері болып табылады.

Кенорын қимасындағы *өнімсіз горизонттарға шоғырланған су массаларының* мысалдары ретінде жоғарғы, төменгі және аралық суларды атауға болады. **Жоғарғы су** (вода верхняя) (9) – ең жоғарғы өнімді горизонттан жоғары орналасқан сулы горизонтқа шоғырланған жерасты суы. Бұлар өнімді горизонтқа мүлдем жақын орналасуы ықтимал, сондықтан жақын қашықтықтарды "бұзып-жара" отырып, мұнай немесе газ ағымдарымен араласып кету қаупін үнемі туғызып отыратын, сөйтіп мұнай-газ өндіру процестеріне айтарлықтай кедергі келтіруі мүмкін сулар. **Төменгі су** (вода нижняя) (10) – ең төменгі өнімді горизонттан төмен орналасқан сулы қойнауқат бойына шоғырланған су. Бұлар да, жоғарғы сулар сияқты, өнімді горизонттан алшақ орналасқанымен, оларға кері әсерін тигізуі әбден мүмкін сулар. Мәселен, төменгі сулар деңгейіндегі қойнауқаттық қысым мөлшері жоғарырақ орналасқан өнімді горизонт деңгейіндегі қойнауқаттық

қысымнан айтарлықтай артық болған жағдайда, бұл сулар өнімді горизонтқа дейінгі аралықты "көктей өте отырып", оны кенет сумен тоғытып жіберу қаупі жоққа шығарылмайды. **Аралық су** (вода промежуточная) (11) – екі қабатты немесе көп қабатты мұнай-газ кенорындарының ауқымында көршілес екі өнімді горизонттың аралығындағы жекелеген қабаттарды, қабатшаларды, линзаларды қанықтырған су. Бұл сулар да мұнай мен газды табысты игеруге кесел келтіреді. "Аралық су" терминінің жиі қолданылатын синонимі – "қойнауқатаралық су" (вода межпластовая).

Мұнай өндіру процесінде шектеулік сулардың орналасу деңгейін ұдайы бақылап отыру маңызды рөл атқарады. Мұнай жатынының сыртқы және ішкі шектерінің (контурларының) аралығында, яғни осы жатынның бүкіл қалыңдығында су мен мұнай алмаса орналасады және бұл жағдайда су астыңғы деңгейде, мұнай үстіңгі деңгейде шоғырланатын болады (өздерінің меншікті салмағындағы айырмашылыққа байланысты). Мұнай жатынынан, яғни өнімді горизонттан мұнайды өндіріп алуға байланысты оның жатындағы мөлшері бірте-бірте азая беретіндігі түсінікті, мұның өзі мұнайдың орналасу деңгейінің де бірте-бірте жоғары көтерілуін қамтамасыз ететін болады. Бұл жайт жатын ауқымындағы су мен мұнайдың бұрынғы жапсарласу шегінің де үнемі өзгеріске ұшырауын қамтамасыз етеді. Сондықтан мұнай өндірудегі басты мақсаттардың бірі жатындағы мұнай–су шекарасының жылжу динамикасын ұдайы қадағалап отыру болып табылады. Бұл жағдайда мұнайлы деңгейдің шектеулік су массаларымен кенет тоғытылып кетуі, өндіру ұңғымасының тез суланып кетуі сияқты қолайсыз жағдайлар да көрініс беруі ықтимал. Игерім ұңғымаларының мұндай апатты жағдайларға ұшырап қалу мүмкіндігін алдын-ала болжап отыру үшін мұнай-су жапсарының бірқалыпты "көтерілуін" бақылап отыру, осы деңгей өзгерістерін картаға түсіріп отыру мұнай-газ кәсіпшілігі жағдайындағы маңызды міндеттердің бірі.

Төменгі су горизонтына біршама жақын орналасқан мұнай горизонттың игеру процесі де әрдайым бақылау жұмыстарын жүргізіп отыруды қажет етеді. Бұл жағдайда су-мұнай жапсарына жақын орналасқан игерім ұңғымаларынан өндіріліп алынған (аттырылған) аралықтарында су шұқырлары (воронкалары) пайда болып, қойнауқаттан мұнайдың көтерілуіне кедергі келтіруі, сөйтіп ұңғымадан мұнай орнына су массалары көтерілуі мүмкін. Мұндайда аталған апатты жағдайларды болдырмау үшін арнаулы геология-технологиялық шаралар қолданылады. Жалпы алғанда өнімді горизонттан төмен орналасқан сулы горизонттар, мүмкіншілігіне

148

қарай, аршылмауы тиіс. Ал олар аршыла қалған жағдайда сол аршылу орындарын цемент ерітінділерімен бітеп тастау әдісі қолданылады.

Мұнай өндіруде жоғарғы сулардың атқаратын рөлі де маңызды. Мұнайды игеру барысында олар ұңғымамен аршылып кетуі, сөйтіп мұнайға су араласып кетуі ықтимал. Осы апатты болдырмау үшін аршылу аймақтарын үлкен қысыммен айдалған цемент көмегімен бітеп тастайды.

6.7. Қойнауқаттық флюид жатындарының жапсарлары, оларды анықтаудың мұнай-газ өндірісіндегі маңызы

Көмірсутек кенорындары әдетте жерасты суларымен орайлас болып келетіндігі, бұл үш түрлі заттың (су, мұнай және газ) кенорын ауқымында орналасу реті олардың тығыздық көрсеткішіне тікелей байланысты болатындығы, сондықтан, жалпы алғанда, сулы қабат мұнайлы қабаттан төменірек орналасса, газды қабат мұнайлы қабаттың үстіңгі өңірінен шоғырланатындығы оқулығымыздың 4.1-тақырып көлемінде айтылды. Кейде газ іркілген горизонт мұнайлы горизонттардың аралығында орналасу мысалдары да ұшырасады, мұндай жағдай қойнауқаттық қысым ерекшеліктері салдарынан газ шоғырларының "мұнайлы горизонттың үстіне қарай" көтеріле алмай тұтылып қалуы нәтижесінде туындайды. Бұл жағдайда мұнай мен газ горизонттары бір-бірімен алмасып отыруымен сипатталатын мұнай-газ жатындары қалыптасатын болады. Ал сулы горизонттардың мұнай жатындарымен астасу ерекшеліктері оқулығымыздың өткен тақырыбында сөз болды (6.6-тақырып).

Мұнай-газ кәсіпшілігі геологиясында қойнауқаттық флюид жатындарының бір-бірімен астасу шекараларына байланысты үш түрлі жапсарлар дараланады, олар – су-мұнай жапсары (СМЖ), газ-мұнай жапсары (ГМЖ) және газ-су жапсары (ГСЖ). Мұнай-газ өндірісін қамтамасыз ету барысында бұл жапсарлардың орнын анықтап, кенорынды игеруге байланысты олардың көрініс беру деңгейінің өзгеру динамикасын ұдайы қадағалап отыру маңызды рөл атқарады.

Су-мұнай жапсары (СМЖ) (водонефтяной контакт – ВНК) – мұнай жатыны мен қойнауқаттық су қабатын бір-бірінен бөліп тұратын шартты жазықтық. Бұл жазықтықтың беті көбінесе көлбей (горизонталь) орналасады, алайда кейде кәдімгідей еңістене сағалануы да ықтимал. Мұнай жатыны шомбал бітімді (массивный) болып келген жағдайда СМЖ жазықтығы бүкіл мұнайлы горизонттар жиынтығының беттерін шорт тілетін болады.

Газ-мұнай жапсары (ГМЖ) (газонефтяной контакт – ГНК) – мұнай жатыны мен онымен астасқан газ жатынын бір-бірінен бөліп тұратын шартты жазықтық.

Газ-су жапсары (ГСЖ) (газоводяной контакт – ГВК) – газ жатыны мен қойнауқаттық су қабатын бір-бірінен бөліп тұратын шартты жазықтық. Мұндай жапсар таза газды кенорын мен қойнауқаттық су горизонттарының бір-бірімен астасу өңірінен ғана көрініс беретіндігі түсінікті, себебі мұнайлы-газды кенорын жағдайында сулы горизонтпен мұнайлы горизонт қана жапсарласады, яғни әдетте мұнайлы горизонттың үстіңгі жағынан көрініс беретін газ жатыны сол мұнайлы горизонтты төсеп жататын сулы қойнауқатпен өзара жапсарласа алмайды.

Су-мұнай жапсары өнімді қойнауқаттың біраз тиімді қалыңдығын қамтиды. Ұңғыма оқпанының мұнайды аттырып жатқан деңгейі су-мұнай жапсарынан неғұрлым жоғарырақ болса, мұнай өнімі де солғұрлым жоғары болады, ал бұл деңгей су-мұнай жапсарына жақындай түскен сайын (төмендеген сайын) мұнай өнімі де нашарлай түседі, сөйтіп бара-бара мұнай өнімі емес, мұнайы аралас су атылымдары көрініс бере бастайды.

Су-мұнай жапсары ұдайы көлбей көсілмейтіндігі (горизонталь бағытта ғана жайыла төселмейтіндігі), бұл жапсар кенорын қимасында еңістене созылу мүмкіндігі де жоққа шығарылмайтындығы жоғарыда айтылды. Соңғы жағдай өнімді горизонтты құрайтын таужыныстар қабатының деформациялану ерекшеліктеріне, сол таужыныстардың литология-фациялық және бітімдік ерекшеліктеріне, судың жылжымалану жылдамдығына, мұнайдың физика-химиялық сипаттарына байланысты туындайды. Қалай дегенде де, мұнай-газ кәсіпшілігінде су-мұнай жапсарының болмыс-бітімін дұрыс анықтап, оның өзгеру динамикасын қадағалап отыру айрықша маңызды.

Мұнай өндірісі барысында су-мұнай жапсарының орналасу деңгейін анықтау және осы деңгейдің өндіріс барысында өзгеру динамикасын қадағалау мақсатында төмендегі іс-шаралар жүзеге асырылады.

1. Ұңғыма оқпандарынан сынамалар алу арқылы кенорын қимасының қандай деңгейлері мұнайға, қандай деңгейлері жерасты суына тоғытылғандығын анықтау. Егер ұңғыма оқпанынан мұнаймен аралас су массалары көтерілетін болса, өнім аттырылған аралық су-мұнай жапсарына өте жақын болып шыққаны. Осы жайт ескеріле отырып, бұрғыланатын өзге ұңғымаларда тек мұнай беретін аралықтар (деңгейлер) ғана аршылуы тиіс.

2. Су-мұнай жапсарының ұңғыма оқпанындағы орналасу деңгейін сол оқпаннан алынған тасбағанды (жернді) зерттеу арқылы да

біршама дәл анықтауға болады. Осы деңгей дәл анықталғаннан кейінгі бұрғыланған игерім ұңғымалары тек мұнайлы горизонт қимасын ғана аршуы тиіс, яғни бұл ұңғымалар тереңдігі су-мұнай жапсарының деңгейінен жоғары болғаны дұрыс.

3. Су-мұнай жапсары мен газ-мұнай жапсарының ұңғыма оқпандарындағы орналасу тереңдіктерін электркаротаждық және радиокаротаждық геофизикалық зерттеу әдістері көмегімен анықтау. Мұның өзі газ өндіру және мұнай өндіру ұңғымаларын осы пайдалы қазбалардың орналасу деңгейлеріне дейін ғана бұрғылауға мүмкіндік береді.

Жоғарыда сөз болған іс-шаралар су-мұнай жапсарының қалыпты деңгейлерін анықтау хақында ғана (мұнай горизонты үстіңгі, сулы горизонт астыңғы деңгейде орналасқан) жүзеге асырылатын шаралар. Алайда мұнай-газ өндірісінде мұнайлы (газды) горизонттан жоғары деңгейлерде орналасқан, сондықтан мұнайды (газды) өндіру барысында жол-жөнекей аршылып кететін сулы горизонттар да ұшырасады (*6.1-суретке* қараңыз). Мұнайды немесе газды өндіру барысында осы горизонттардан игерім ұңғымаларына ағып келетін суларды оқпаннан аластау шаралары да өте маңызды.

Ұңғымадағы жол-жөнекей су ағып келетін деңгейлер сол ағып келген сулардың физикалық қасиеттерін, яғни олардың ток өткізгіштік қасиетін және температурасын зерттеу арқылы анықталады да, оқпанның сол деңгейлері цемент ерітіндісін айдау арқылы мұқият бітеліп тұмшаланады, яғни арнаулы геология-техникалық іс-шаралар жүзеге асырылады.

Аталған сулардың қандай деңгейлерге сәйкес келетіндігін, сөйтіп мұнай (газ) өндіруге кесел келтіретіндігін анықтау барысында резистивиметр және электротермометр деп аталатын құрал-жабдықтар пайдаланылады. Резистивиметр көмегімен судың меншікті электрлік кедергісі анықталады. Оның көмегімен судың оқпанда көрініс беру деңгейі мезгіл-мезгіл анықталады, сол судың деңгейі алғаш өлшеген сәтпен салыстырғанда екінші өлшеу барысында біршама көтеріліп кетуі ұңғыма оқпанына судың ағып келу процесі жалғасып жатқандығын дәлелдейді. Оқпандағы осы су көздерін цементпен тұмшалау арқылы тек қана таза мұнай (газ) өндіру мүмкіндігіне қол жеткізіледі. Ұңғыма оқпанынан таза мұнай (газ) өндіруге кесел келтіретін су көздерінің деңгейлерін анықтау мақсатында соңғы жылдары радиоактивтік каротаж (радиоактивтік изотоптар әдісі) жұмыстарын жүргізу тәжірибесі де жүзеге асырылуда.

Тарау бойынша бақылау сұрақтары

1. Флюидтердің (мұнайдың, газдың, жерасты суларының) жер қойнауында орналасу реті қандай, мұндай реттілікті олардың қандай қасиеттері анықтайды?

2. «Байламды су» дегеніміз қандай сулар, бұл сулар таужыныс құрамынан қалайша аласталады?

3. Флюидтердің физикалық қасиеттері жер қойнауында және жер бетінде бірдей көрсеткіштермен сипаттала ма? Сипатталмайтын болса, қандай қасиеттері өзгерістерге ұшырайды және бұл өзгерістер қандай сипатты иеленген?

4. «Газды тақия», «мұнай газы» «серіктес газ» деген түсініктердің анықтамаларын беріңіз.

5. Көмірсутекті газдардың қандай-қандай түрлері болады? Оларды атаңыз, формулаларын жазыңыз және басты-басты физикалық қасиеттерін айтыңыз.

6. Шектік (қаныққан), шектік емес (қанықпаған) көмірсутектер дегеніміз қандай көмірсутектер? «Жұтаң газдар» (құрғақ газдар) мен «қоңды газдардың» айырмашылығы неде?

7. Газды-конденсатты кенорындар дегеніміз қандай кенорындар? Мұнайға кіріккен серіктес газдар қандай күйде болады, оларды мұнайдан қалайша ажыратып алуға болады?

8. Конденсат дегеніміз не? Конденсатты газға айналдыру үшін не істеу қажет?

9. Газды кенорындарда көмірсутекті газдардан өзге тағы қандай газдар ұшырасуы мүмкін, олар пайдалы ма, әлде зиянды ма?

10. Көмірсутекті газдардаң тығыздығы мен тұтқырлығы қандай, олар қандай өлшемдермен өлшенеді?

11. Газдың сығылғыштық коэффициентін анықтау формуласын жазыңыз, бұл формуланың құрамдас бөліктерінің мәні қалай анықталады?

12. Газдың мұнайда ерігіштігі дегенді қалай түсінесіз, оның бұл қасиеті қандай параметрлерге байланысты өзгереді? «Шытырлауық газ» дегеніміз не?

13. «Мұнай» деген түсінікке анықтама беріңіз, мұнайды оның басты-басты физикалық қасиеттері (түсі, мениікті салмағы, суда ерігіштігі, т.с.с.) тұрғысынан сипаттаңыз.

14. «Жеңіл мұнай» және «ауыр мұнай» деген түсініктердің мән-мағынасын айтыңыз. Мұнайлар қандай параметрлері тұрғысынан осылайша жіктеледі?

15. Мұнайдың тұтқырлығы дегеніміз оның қандай қасиеті, тұтқырлық мұнай құрамындағы парафин мен шайыр мөлшеріне байланысты қалайша өзгереді?

16. «Жану жылуы» деген түсінік нені білдіреді, мұнайдың жану жылуы қандай аралықта өзгереді?

17. Мұнайдың электр тогын өткізу қабілеті қандай? Мұнай қандай еріткіштерде ериді, өзі қандай заттарды ерітеді?

18. Мұнайдың химиялық құрамындағы көмірсутектердің үлес салмағы қандай? Әртүрлі көмірсутектер құрамындағы көміртек пен сутек атомдарының бір-бірімен байланысында белгілі бір заңдылық байқала ма?

19. Метанның, этанның, пропанның, бутанның, пенетанның формулаларын жазыңыз. Олардың химиялық құрам өзгерістерінен нендей заңдылық байқалады?

20. Мұнай көмірсутектерінің «метан тобын», «нафтен тобын» және «хоишисті көмірсутектер тобын» сипаттап беріңіз.

21. Жер қойнауындағы мұнай шоғырлары өздерінің физикалық ерекшеліктері мен химиялық құрамына қарай қандай топтарға жіктеледі?

22. «Бензин мұнайы», «отын мұнайы» және «майлы мұнай» деген түсініктер жөнінде не білесіз?

23. Мұнайдың температурасын бірте-бірте жоғарылату арқылы одан алынатын заттар тізбегін атаңыз.

24. Мұнай құрамындағы парафиннің, күкірттің және шайырдың мөлшеріне қарай ол қалай жіктеледі? Аталған қоспалар пайдалы қоспалар ма, әлде зиянды қоспалар ма?

25. Жер қойнауынан көтерілген мұнайдың жер бетінде «ауырлай түсу» себебі неліктен?

26. Қойнауқаттық мұнайдың «көлемдік коэффициенті және «кері есептеу коэффициенті» деген түсініктердің мән-мағынасын айтып беріңіз және оларды анықтау теңдеулерін жазыңыз.

27. «Сему коэффициенті» дегеніміз қандай түсінік, ол қалай анықталады? «Газдық фактор» дегеніміз ше? Ол қалай анықталады?

28. Мұнайдың газдан арылуы дегенді қалай түсінеміз? «Тұтқырлық» дегеніміз не, ол қандай өлшеммен өлшенеді?

29. Мұнай кенорындарымен ұдайы бірге ұшырасатын жерасты суларын олардың басты-басты физикалық қасиеттері (мениікті салмағы, температурасы, электрөткізгіштігі, тұтқырлығы) тұрғысынан сипаттап беріңіз.

30. Мұнайдың және газдың суда ерігіштігі қандай көрсеткіштерге байланысты қалайша өзгереді?

31. Жерасты сулары өздерінің минералдану дәрежесі тұрғысынан қалайша жіктеледі? Жерасты суларының химиялық құрам ерекшеліктері тұрғысынан дараланған төрт типін атаңыз.

32. Мұнай-газ кенорындарының басты-басты суларын атап шығыңыз, олардың мұнай-газ жатындарымен арақатынасын сипаттаңыз.

33. «Су-мұнай жапсары», «газ-мұнай жапсары» және «газ-су жапсары» деген түсініктердің анықтамаларын беріңіз. Су-мұнай жапсарының деңгейін анықтау мақсатында қандай-қандай іс-шаралар атқарылуы тиіс?

7. МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ ЖАТЫНДАРЫНЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ

7.1. Қойнауқаттық қысым және оның түрлері. Изобаралар картасы

Жер қойнауындағы сулы, мұнайлы және газды қойнауқаттар ауқымында олардың орналасу тереңдіктеріне тән термобаралық жағдайларға және өзге де физикалық қасиеттеріне байланысты туындайтын арнаулы энергия көздерінің жиынтығы, яғни табиғи күштер немесе кернеулер шоғырланған. Бұл күштер (кернеулер) жер қойнауларына тән геостатикалық және гидростатикалық қысымдардың, қойнауқаттық жоғары температуралардың, температураның өзгеруіне байланысты қойнауқаттық газдардың өз көлемін ұлғайту процесінің, таужыныстардың серпінділік қабілетінің сырт күштер әсерінен өзгеруінің, т.с.с. алуан түрлі табиғи процестердің әсерінен туындайды. **Геостатикалық қысым** дегеніміз нақтылы қойнауқатқа сол қойнауқаттан жоғары орналасқан бүкіл таужыныс қатқабаты (толща) түсіретін салмақтан туындайтын қысым. Оның мөлшері аталған таужыныс қатқабатының қалыңдығына және оны құрайтын таужыныстардың тығыздығына тәуелді. **Гидростатикалық қысым** – су бағанасының өз табанына тигізер әсерімен сипатталатын қысым; мөлшерлік шамасы m -мен өлшенген су бағанасының биіктігімен немесе байырғы *атм.* бірлігімен өрнектеледі. Гидростатикалық қысымды кейде "гидростатикалық арын" деп те атайды.

Кенорын ашылғанға дейін аталған күштер мен кернеулер потенциалық энергия түрінде сақталады, яғни аталған энергия жер қойнауына тән табиғи тепе-теңдік жағдайында "бұғып жатқан" ғаламат мол күштердің жиынтығын құрайды. Кенорын ашылуымен байланысты арнаулы ұңғымалар бұрғыланып, кенорынды сынамау және игеру шаралары жүзеге асырылады, бұл іс-шаралар жер қойнауларына тән тепе-теңдіктің жасанды түрде бұзылуына, сөйтіп "бұғып жатқан" потенциалық энергияның "босануына", яғни кинетикалық энергияға айналуына әкеліп соқтырады. Осы кинетикалық энергия көп жағдайда қойнауқаттық флюидтерді жоғары көтеруге, сөйтіп мұнай және газ сияқты пайдалы қазбаларды тиімді түрде өндіруге мүмкіндік береді. Екінші сөзбен айтқанда, кенорынның тереңдіктерінде орын тепкен, әрқайсысы өз алдына жеке-жеке немесе қосарлана әсер ететін энергия көздері жаппай бірігіп арнаулы қозғаушы күшке айналады да, осы жиынтық күш мұнай мен газ қорларын тиімді игеруге мүмкіндік беретін бірден-бір энергия көзі ретінде пайдаланылады. Бұл энергияны *қойнауқаттық қысым* деп атайды.

Жер қойнауының кез келген тереңдігінің энергетикалық қоры сол деңгейдің қойнауқаттық қысым мөлшерімен анықталады. Қойнауқаттық қысым неғұрлым жоғары болса, оның энергиясының қозғаушы күші де солғұрлым жоғары, бұл жайт мұнай мен газдың табиғи қорқоймаларына шоғырланған қорларын тиімді өндірудің бірден-бір кепілдігі болып табылады. **Қорқойма** (резервуар) термині мұнай-газ геологиясында үш түрлі мағынада қолданылады: 1) қойнауқаттық свитаға немесе кешенге тиесілі таужыныстардағы барша қуыс кеңістіктердің жалпылама көлемі, бұл кеңістіктер мұнай немесе газ кенорындарында осы флюид массаларымен толығымен тоғытылған деп есептеледі; 2) мұнай мен газ тұтқыштары аумағындағы жинауыштарға тән барша қуыс кеңістіктер көлемі; 3) мұнайлы алап көлеміндегі жинауыштар мен жапқыштарға тиесілі бүкіл қойнауқаттар жиынтығы.

Қойнауқаттық қысым (давление пластовое) – жер қойнауының кез келген деңгейінде орналасқан геологиялық түзілімдерге ұдайы әсер етіп тұратын, яғни жер қыртысының тереңдіктеріне тән қысым. Тереңдіктерде орналасқан қойнауқаттарға тән табиғи энергия мөлшерімен анықталатын қойнауқаттық қысымның қуаты іс-тәжірибеде мұнай (газ) массаларын бұрғылау ұнғымасының окпаны бойымен жоғары көтеру ісінде ұтымды пайдаланылуы тиіс.

Қойнауқаттық қысым түсінігінің анықтамасында көрсетілгеніндей, оның мөлшері жер қойнауының тереңдік көрсеткішіне тікелей байланысты, яғни жер қойнауының тереңдіктері өскен сайын, сол тереңдіктерге тән қойнауқаттық қысым мөлшері де арта түседі. Қысым мөлшерінің тереңдіктерге қарай өсу қарқынын әдетте *қойнауқаттық қысым градиенті* деп атайды. Мұнайлы-газды алаптардың кенорындар қимасындағы қойнауқаттық қысымы әрбір 10 м-ге тереңдеген сайын шамамен 0,8-1,2 атм.-ға өсіп отыратындығы анықталған. Іс-тәжірибеде қойнауқаттық қысымның тереңдіктерге байланысты өсу мөлшері орта есеппен әрбір 10 м тереңдікке 1 атм. шамасында болады деп есептеледі. Алайда бұл шама орта есеппен ғана алынған шама. Нақтылы кенорындарда қойнауқаттық қысымның тереңдіктер бойында арту қарқыны көрсетілген орташа шамадан айтарлықтай ауытқуы ықтимал. Мұндай ауытқулар нақтылы аймақтың тектоникалық, гидродинамикалық, фациялық-литологиялық, т.с.с. ерекшеліктерінен туындайды. Мәселен, Әзербайжан мемлекетіндегі, Солтүстік Кавказдағы, Түрікменстан еліндегі кейбір кенорындарда, Қазақстан аумағындағы Каспий маңы синеклизасының тұзасты кешендеріне орналасқан көмірсутектердің Қарашығанак, Теңіз сияқты ғаламат ірі кенорындарында қойнауқаттық қысым мөлшері гидростатикалық қысым мөлшерінен 1,6-1,8 есе артық болып келеді. Мұндай жоғары мөлшерлі қойнауқаттық қысымды *"қалыпты жағдайдан*

жоғары мөлшерлі қойнауқаттық қысым" (давление пластовое аномально высокое) деп атайды. **Қалыпты жағдайдан жоғары мөлшерлі қойнауқаттық қысым** дегеніміз мұнай (газ) жатынын кіріктіретін қойнауқаттың ішкі өңіріне тән, "артынды қысым" көрсеткішіне түзетулер енгізгендегі мөлшері өзі өлшенген нүкте деңгейіндегі шартты гидростатикалық қысым мөлшерінен жоғары көрсеткішпен сипатталатын қысым (*артынды қысым* – мұнай немесе газ жатынының белгілі бір нүктесіндегі қойнауқаттық қысымның қойнауқаттық су қысымынан артығырақ болуынан туындайтын қысым айырмасы). Қойнауқаттық қысымның қалыптан ауытқу табиғаты әлі де болса жете зерттеліп бітпегендігін ескерте кету орынды.

Солай бола тұрса да, кейбір жағдайларда қалыпты жағдайдан жоғары мөлшерлі қойнауқаттық қысымның туындау табиғатын нақтылы анықтау мүмкіндігі жоққа шығарылмайды. Бұл мәлімдемеміздің шындыққа сәйкестігін төменде келтірілген мысалмен қуаттауға тырысайық.

Қалыпты жағдайдан ауытқыған қысым мөлшері мұнайдағы газ массасының ауқымдылығына және оның қалыңдығына тікелей байланысты. Мысалы, газ-су жапсары (ГМЖ) 1500 м тереңдікте, ал сол газ қабатының биіктігі 1000 м тереңдікте орналасқан болса, онда қойнауқаттық қысым гидростатикалық қысымнан 1,5 есе артық болып келеді.

Біршама қалың мұнай-газ жатынындағы қойнауқаттық қысымның қалыптан ауытқу табиғатын түсіндіру үшін *7.1-суретке* назар аударайық. Суретте көрсетілгеніндей, су-мұнай жапсары (СМЖ) 2000 м тереңдікте орналасқан. Қысым градиентінің шамасын, яғни жер қойнауына қарай тереңдеген сайын қысымның өсу қарқынын шартты түрде әрбір 10 м-ге есептегенде 1 *атм.*-ға тең деп алайық. Осылай болған жағдайда СМЖ деңгейіндегі қойнауқаттық қысым шамасы 2000 *атм.*-ға тең болуы тиіс. Алайда, суретте көрсетілгеніндей, біздің мысалымыздағы мұнай жатынының қалыңдығы 200 м, яғни бұл жатын 2000–1800 м тереңдіктер аралығын алып жатыр. Мұнайдың меншікті салмағы судың осы көрсеткішінен бірталай аз болатындығы белгілі, біздің жағдайымызда бұл көрсеткішті орта есеппен 0,8 *г/см³* деп алайық. Бұл жағдайда мұнай жатынының газ жатынымен шекарасындағы (ГМЖ) қойнауқаттық қысым мөлшері 184 *атм.* болып шығады:

$$P_m = 200 - 200 \cdot 0,8 : 10 = 184 \text{ атм.} \quad (7.1)$$

Олай болса, 1800 м тереңдікте орналасқан мұнай жатынының қысым градиенті әрбір 10 м-ге 1,02 *атм.*-ға тең болып шығады.

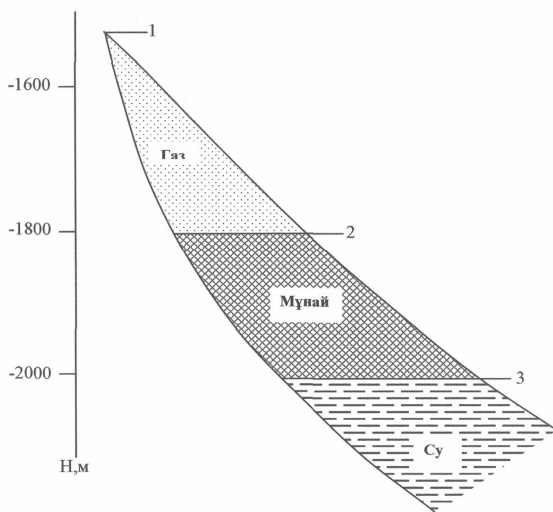
Мысалымыздағы газ жатынының қалыңдығы 300 м, яғни бұл жатын 1800–1500 м тереңдіктер аралығын алып жатыр. Газдың

меншікті салмағы орта есеппен $0,17 \text{ г/см}^3$, қысым 184 атм. деп алайық. Олай болса, газ жатынының қойнауқаттық қысымы 179 атм. болғаны:

$$P_0 = 184 - 300 \cdot 0,17 : 10 = 179 \text{ атм.} \quad (7.2)$$

Бұл жағдайда, 1500 м тереңдікте орналасқан газ жатынының қысым градиенті әрбір $10 \text{ м-ге } 1,19 \text{ атм.}$ -ға тең болып шығады.

Жерасты флюидтерінің (сұйықтар мен газдардың) ұңғыма оқпанына құйылуы өнімді қойнауқаттағы "динамикалық қойнауқаттық қысым" мен "ұңғыма оқпанының қысымы" арасындағы айырмашылық (ΔP) есебінен жүзеге асады. Екінші сөзбен айтқанда, әрбір өндірілген (аттырылған) мұнай немесе газ массасының орнын одан гөрі төменірек орналасқан мұнай немесе газ массасының үнемі иеленуін қамтамасыз ететін күш, яғни жаңа кен массаларын ұдайы жоғары жылжытып отыратын күш осы қысымдар айырмашылығынан туындайды.



7.1-сурет. Жатындардағы қойнауқаттық қысымның қалыптан ауытқу табиғатын түсіндіру сұлбасы

1 – газды қабаттың ең жоғарғы биіктік деңгейі; 2 – газ–мұнай жапсарының деңгейі;
3 – су–мұнай жапсарының деңгейі

Динамикалық қойнауқаттық қысымның екі түрі болады: өнімді қойнауқаттағы динамикалық қойнауқаттық қысым – сол өнімді қойнауқатта белгілі бір уақыт тұрғысынан анықталған қысым мөлшері; бұл қысым бүкіл игерім ұңғымалары жиынтығының тұрақты жұмысы барысында олардың жұмысын кезек-кезек кідірте отырып

өлшеу немесе шартты түрде біркелкі орналасқан ұңғымалар ішінен әдейі таңдалып алынып тоқтатылған жекелеген ұңғымада әдейі жүргізілген өлшеу жұмыстары нәтижесінде анықталады; синонимі – "өнімді қойнауқаттағы өтпелі қойнауқаттық қысым" (давление пластовое текущее в продуктивном пласте); *ұңғымадағы динамикалық қойнауқаттық қысым* – өзге игерім ұңғымаларымен өзара байланысы бар жекелеген ұңғыма жұмысы тоқтатылғаннан соң және қойнауқатта шартты түрдегі статикалық тепе-теңдік орнағаннан кейін сол ұңғымада өлшенген қойнауқаттық қысым мөлшері; синонимі – "ұңғымадағы өтпелі қойнауқаттық қысым".

Ұңғыма оқпанының қысымы (давление забойное) – ұңғыма оқпанындағы қойнауқаттық флюид қысымы; мұнай мен газ өндіру тәжірибесінде бұл қысым мөлшерін ұдайы тіркеп отыру және оның жұмыс істеп тұрған игерім ұңғымаларында бағдарлы түрде өзгеруін бақылауға алу сол ұңғыманы және бүкіл мұнай (газ) жатынын өндіріспен қамтамасыз ету процесін қадағалаудың ең басты жолы болып табылады; "тереңдік монометрі" көмегімен немесе ұңғыма оқпанындағы флюид бағанының салмағын есептеу нәтижесінде анықталады. Ұңғыма оқпанындағы қысым мен динамикалық қойнауқаттық қысым арасындағы айырмашылық неғұрлым көбірек болса, қойнауқат пен игерім ұңғымасы арасындағы сұйық алмасу да солғұрлым қарқындырақ болады.

Ұңғыма оқпанындағы қысым мен кен қабатын аршығаннан кейінгі қойнауқаттық қысым айырмашылығы салдарынан флюидтердің жоғары жылжу (атқылау) мүмкіндігі төмендегідей үш жағдайды иеленуі мүмкін:

1) ұңғыма оқпаны аршыған флюидтер деңгейіндегі қойнауқаттық қысым мөлшері геостатикалық қысым мөлшеріне тепе-тең болуы:

$$P_k = H_{cm} \cdot \gamma \cdot 10, \quad (7.3)$$

мұндағы: P_k – қойнауқаттық қысым; H_{cm} – ұңғыма оқпанындағы флюидтің статикалық деңгейі, м; γ – флюидтің меншікті салмағы, г/см^3 .

Жоғарыда аталған *геостатикалық қысым* деп отырғанымыз қойнауқатқа сол қойнауқаттан жоғары орналасқан таужыныс қатқабаттарының түсіретін салмағы әсерінен туындайтын қысым. Бұл жағдайда сұйықтар мен газдардың (флюидтердің) жоғары жылжу процесі жүзеге аспайды. Ұңғыма оқпанында орнаған мұндай жағдайды "статикалық жағдай" деп атайды;

2) кен қабаты ұңғыма оқпанымен аршылғаннан кейін сол оқпандағы флюидтердің деңгейі бірте-бірте төмендеуі мүмкін. Бұл жағдай оқпан аршыған таужыныс қабаттарының флюидтерді өз

бойына сіңіру процесімен байланысты. Бұл жағдайда ұңғыма оқпанында статикалық деңгей орнағанша азды-көпті уақыт өтетін болады, алайда қойнауқаттық қысым мен ұңғымадағы қысым мөлшерінің бір-біріне теңелуі, сөйтіп ұңғымада статикалық деңгей қалыптасуы белгілі бір уақыт өткеннен кейін міндетті түрде жүзеге асуы тиіс. Бұл жағдай төмендегі теңдеумен өрнектеледі:

$$P_{\kappa} = P_{cm}. \quad (7.4)$$

3) қойнауқаттық қысым мөлшері ұңғыма оқпанындағы статикалық қысымнан артық болуы: $P_{\kappa} > P_{cm}$. Бұл жағдайда оқпан аршыған флюидтер жоғары қарай көтерілетін болады, сөйтіп мұнай мен газдың тиімді өндірілуіне қолайлы жағдай туғызады. Олай болса мұнай-газ қорларын тиімді игерудің бірден-бір жолы – ұңғыма оқпанындағы қысымның статикалық деңгейін үнемі азайтып отыруға, сөйтіп оның қойнауқаттық қысыммен арадағы айырмашылығын ұдайы сақтап отыруға тырысу.

Сөз болған қысымдар айырмашылығы "қойнауқаттық күш" немесе "ұңғымадағы қысымның сылбырлануы" (депрессия давления в скважине) деп аталады. **Ұңғымадағы қысымның сылбырлануы (депрессиясы)** дегеніміз қойнауқатта салыстырмалы статикалық теңдестік орнауы жағдайында мұнай немесе газ өндіріліп жатқан ұңғымадағы динамикалық қойнауқаттық қысым мен ұңғыма оқпанының қысымы арасындағы айырма (ΔP):

$$\Delta P = P_{\kappa} - P_{cm}. \quad (7.5)$$

Мұнай (газ) кенорнын игеру барысында қойнауқаттан ұңғыма оқпанына мұнайдың (газдың) ұдайы құйылып отыруына байланысты қысым деңгейі өзгеріп отырады, бұл өзгеріс табиғатын "динамикалық деңгей" (H_0) деп атайды, оның қысымның статикалық деңгейімен арадағы байланысы төмендегі теңдеумен өрнектеледі:

$$P_{cm} = H_0 \cdot \gamma \cdot 10 \quad (7.6)$$

Қойнауқаттық қысым мен статикалық қысымның анықталған мәндерін 7.6-теңдеу арқылы өрнектеу нәтижесінде қойнауқаттағы "қозғаушы күш" шамасын анықтау мүмкіндігі жүзеге асады:

$$\Delta P = (H_{cm} \cdot \gamma \cdot 10) - (H_0 \cdot \gamma \cdot 10) = \gamma \cdot (H_{cm} - H_0) \cdot 10 \quad (7.7)$$

мұндағы: γ – сұйықтың меншікті салмағы, $г/см^3$.

7.7-теңдеудегі динамикалық деңгей төмендеп, осыған байланысты статикалық және динамикалық деңгей мөлшерлерінің арасындағы айырма (ΔP) артқан сайын қойнауқат энергиясының қозғаушы күші арта түседі, демек, игерім ұңғымасының өнімі де артады.

Мұнай және газ кенорындарын тиімді түрде игеру үшін ұңғымадағы динамикалық қысым мөлшері мен ұңғыма оқпанының қысымына тиесілі

мөлшер мезгіл-мезгіл өлшеніп отыруы тиіс. Өлшеу жүргізу үшін, жоғарыда атап көрсеткеніміздей, игеру алаңшасындағы статикалық жағдайға келтірілген бүкіл ұңғымалар немесе жекелеген ұңғыма жұмысы 2-3 күнге тоқтатылуы тиіс. Осылайша алынған мәліметтер негізінде "изобаралар картасы" деп аталатын арнаулы құжат құрастырылады, мұндай карталар мұнай немесе газ өндірудің нақтылы жоспарын белгілеуге қажетті негізгі құжаттар болып табылады.

Изобаралар картасы – бұрғылау ұңғымасы оқпандарының орналасу сұлбаларында қойнауқаттық қысым мөлшері бірдей нүктелерді бір-бірімен жалғау нәтижесінде алынған сызықтар жүйесін құрайтын, бір шамаға келтірілген қысым немесе нақты қысым көрсеткіштерінің өнімді қойнауқат ауқымында нақтылы мерзім аралығындағы өзгеру ерекшелігін, сөйтіп сұйық қозғалысының әрбір нүктедегі қозғалыс бағытын сипаттайтын карта. Мұндағы *бір шамаға келтірілген қойнауқаттық қысым* (давление пластовое приведенное) дегеніміз алдын-ала өлшеніп алынған, бірақ нақтылы көлбеу (горизонталь) жазықтағы (мысалы, Әлемдік теңіз деңгейі, су-мұнай жапсарының айнасы т.с.с.) деңгейімен салыстыруға ыңғайлы болуы үшін әдейі жүргізілген есептеулер нәтижесі енгізілген қойнауқаттық қысым.

Изобаралар картасы өнімді горизонттан мұнай немесе газ кендерін өндіру барысында әрбір кесімді мерзімнен кейін құрастырылып отырады, осылайша бұл карталардың арнаулы сериясын жасақтау қойнауқаттық қысым көрсеткіштерінің өндіру процесіндегі өзгеру динамикасын анықтап отыруға мүмкіндік береді. Нақ осы карталар сериясының деректеріне сәйкес қажетті геология-технологиялық іс-шаралар жүргізіліп отырады, сөйтіп кен өндіру жобаларының дұрыс та тиімді түрде орындалу режимін қамтамасыз ету мүмкіндігі жүзеге асырылады.

Изобаралар картасын құрастыру әдісінің оқулықтың 4.5-тарауында сөз болған құрылымдық карталар тұрғызудың үшбұрыштық әдісінен ешбір айырмашылығы жоқ, тек құрылымдық карта тұрғызу барысындағы негізгі параметр ретінде ұңғымалардың тереңдік көрсеткіштері алынатын болса, изобаралар картасын тұрғызу барысында басты параметрлер рөлін ұңғымалардың Әлемдік теңіз деңгейіне келтірілген тереңдігі және сол тереңдіктерде анықталған статикалық қойнауқаттық қысым мөлшерлері атқарады.

Изобаралар картасы көмегімен мұнай-газ жатынындағы қойнауқаттық қысымның нақтылы мерзімдегі орташа мөлшерін анықтау мүмкіндігі жүзеге асады, ол үшін төмендегі теңдеу пайдаланылады:

$$P_{op.} = P_1 f_1 \cdot h_1 + P_2 f_2 \cdot h_2 + \dots + P_n f_n \cdot h_n / f_1 \cdot h_1 + f_2 \cdot h_2 + \dots + f_n \cdot h_n \quad (7.8)$$

мұндағы: P_{op} – қойнауқаттық қысымның нақтылы мерзімдегі орташа мөлшері, атм.; P_1, P_2, \dots, P_n – мұнай (газ) жатынының әртүрлі бөлікшелеріндегі қойнауқаттық қысымның орташа мөлшерлері, атм.; f_1, f_2, \dots, f_n – теңдес изобара сызықтарымен шектелген жатын бөлікшелерінің аудандары, га; h_1, h_2, \dots, h_n – аталған бөлікшелердегі жатын қалыңдықтары, м.

7.2. Қойнауқаттар температурасы

Қойнауқаттық температура көрсеткіштерін анықтау мұнай-газ кенорындарын игеру процесіне қатысты кейбір маңызды мәселелерді нақтылауға көмектеседі. Мәселен, кенорынды игеруді жобалау, кенді өндіру және осы өндіру мәселелерін саралау барысында жүргізілетін температуралық өлшемдер қойнауқаттық мұнай, газ және жерасты суларының кейбір өзіндік қасиеттерін, қойнауқаттық режим түрін, жерасты суларының қозғалу динамикасын анықтауға, мұнай және газ жатындарының қалыптасу жағдайларын нақтылауға, т.с.с. көмектеседі. Мұндай өлшемдер ұңғыманы цементтеуге және теспелеуге (перфорация) қатысты техникалық мәселелерді де табысты шешуге өз үлесін қосады.

Ұңғыма оқпанында жүргізілетін температуралық өлшемдерді **ұңғыма термометриясы** деп атайды, мұндай өлшемдер төменде келтірілген бір топ нақтылы мәселелерді шешуге көмектеседі: 1) ұңғыма оқпаны тесіп өткен геологиялық қимадағы температураның таралу ерекшеліктерін зерттеу және зерттеу алаңшасы қимасындағы геотермикалық градиент мөлшерін анықтау; 2) бұрғыланып жатқан ұңғыма оқпанындағы температураның таралуын анықтау; анықталған мәліметтер каротаж материалдарын сараптау және бұрғылау құрал-саймандары мен геофизикалық аспаптардың жұмыс істеу жағдайларын бағалау мақсатында қолданылады; 3) құбырсырттық кеңістіктегі цементті көтеру биіктігін анықтау; 4) ұңғыманың техникалық жағдайын зерттеу.

Ұңғыма термометриясын жүргізу нәтижесінде алынған мәліметтер негізінде "термограмма" деп аталатын арнаулы құжат құрастырылады, бұл құжат жер қойнауындағы жылулық өзгерістерді кескіндейтін температура көрсеткіштерінің жиынтығынан тұратын қисық сызықтар кешенін құрайды. Тұрақтыланған жылулық режим жағдайында (ұңғыма жұмысы біраз уақытқа тоқтатылғаннан кейін) алынған термограммалардағы температуралық қисық сызықтардың "сынған" тұстары әдетте меншікті жылу өткізгіштік көрсеткіштері

әртүрлі таужыныстардың шекараларына сәйкес келеді, ал температуралық қисық сызықтың тік бағытпен салыстырғандағы еңістену бұрышы таужыныстың қандай литологиялық түрге жататындығын анықтауға көмектеседі. Бұл айтылғандардан шығатын қорытынды – ұңғымада жүргізілетін температуралық өлшемдер сол ұңғыма оқпаны тесіп өткен қиманы құрайтын таужыныстардың литологиялық ерекшеліктерін анықтау әдістерінің бірі екендігі. Алайда мұндай өлшемдер іс-тәжірибеде сирегірек қолданылады, себебі бұл әдіс ұңғыма жұмысын ұзақ уақытқа тоқтатып қоюды (ұңғыманы тұрақтандыруды) қажет етеді. Тұрақтыланбаған жылулық режим жағдайында жуғыштау сұйығының ұңғымадағы айналымы тоқтатылғаннан кейін сол сұйықтың қойнауқаттар жылуын сіңіріп алу жылдамдығын зерттеуге болады, бұл көрсеткіш те ұңғыма оқпаны тесіп өткен таужыныстардың жылу өткізгіштік мөлшеріне тәуелді, ендеше бұл зерттеу әдісі де қиманы құрайтын таужыныстардың литологиялық ерекшеліктерін анықтауға азды-көпті септігін тигізеді. Ұңғыма оқпанында анықталған жергілікті температуралық қалыпсыздықтарды (аномалияларды) сараптау көмегімен ұңғымаға қойнауқаттық флюидтердің ағып келу орындарын, айналымның ысыраптану белдемдерін, сұйықтың құбырсырттық қозғалыс аралықтарын, т.с.с. маңызды деңгейлерді анықтауға болады.

Ұңғыма термометриясына қажетті өлшемдерді жүргізу үшін "сынапты термометр", "резисторлық термометр", "электротермометр", т.с.с. деп аталатын арнаулы аспаптар қолданылады.

Аталған термометрлердің алғашқы екеуі қойнауқаттың тек қана жалғыз нүктесіндегі температураны өлшеуге мүмкіндік береді, бұл сөз болып отырған зерттеу әдісінің осал тұсы. Алайда температураны анықтаудың бұл әдісінің жағымды тұстары да жоқ емес, оның ішіндегі ең маңыздысы – өлшем көрсеткішінің одан да ыстығырақ ортаға душар болмаған жағдайда біршама ұзақ уақытқа өзгеріссіз сақталатындығы.

Аталған термометрлер ұңғыма оқпанына Яковлев саумалдамасы (лебедкасы) деп аталатын арнаулы механизм көмегімен жіңішке болат сым арқылы түсіріледі. Алайда аталған сым оқпанға түсірілмес бұрын алдын-ала арнаулы металл қорапқа (гильзаға) кигізіледі, бұл қорап жоғары дәрежелі қысымдарға төтеп бере алатындай болуы тиіс. Термометр көмегімен алынған өлшемнің шындыққа сәйкестігі жоғары болуы үшін ол өлшем нүктесінде 1-2 сағаттай ұсталуы тиіс.

Термометрді пайдалану өңіріндегі ауа температурасы сол өңірде бұрғыланған ұңғыма оқпанындағы температурадан жоғары болған жағдайда термометр ұңғыма оқпанына түсірілмес бұрын міндетті

түрде "салқындатылуы" тиіс, ал оны ұңғымаға түсіру барысында ешқандай соққылар мен шалт қозғалыстар болмағаны жөн. Термометрді оқпанға түсіру және жоғары көтеру барысында жуғыштау сұйығының "араласып кетуін" болдырмау үшін өлшем жұмыстарын жүргізу реті қойнауқаттың жоғарғы нүктесінен басталып, бірте-бірте тереңдетіле бергені абзал. Өлшем нәтижелерінің ақиқаттылығын бақылау үшін оқпанға бір ғана термометр емес, екі-үш термометрді бірден жіберу пайдалы.

Қойнауқаттық температура көрсеткіштерін электрлік термометрлермен өлшеу әлдеқайда қолайлы, себебі олар өлшеу деңгейінің температурасын тез анықтауға, сөйтіп ұңғыма оқпанындағы температуралық қисық сызықтарды бірден алуға мүмкіндік береді. Алайда термометрді оқпанға түсіру жылдамдығы өлшеу нүктелеріндегі температураны "тіркеп алуға" толығымен жеткілікті болуы тиіс. Электртермометрлер ұңғыма оқпанына каротаж жұмырсымы (кабелі) көмегімен түсіріледі.

Температуралық өлшемдерді шегендеу тізбегімен (обсадная колонна) бекітілген оқпандарда да, бекітілмеген оқпандарда да жүргізуге болады. Өлшем жүргізер алдында ұңғыма жұмысы 20-25 тәулікке тоқтатылғаны абзал, бұл уақыт бұрғылау процесі немесе өндіру процесі қалыпты жағдайдан ауытқытып жіберген температуралық режимнің табиғи қалыпқа келуін қамтамасыз етуі тиіс. Алайда кәсіпшілік жағдайында (іс-тәжірибеде) көбіне-көп ұңғыма жұмысы 4-6 сағатқа ғана тоқтатылғаннан кейін де өлшем жұмыстары жүргізіле береді. Бұрғылау жұмыстары жаппай жүргізіліп жатқан алаңдардағы температуралық өлшем жұмыстары әдетте техникалық себеппен уақытша тоқтатыла тұрған ұңғымаларда жүргізіледі.

Игерім ұңғымаларындағы (скважина эксплуатационная) температуралық өлшем жұмыстары оқпаннан сорапты көтеріп алғаннан кейін жүргізіледі. Мұндай зерттеулер тек қана өнімді қойнауқат (игерім қойнауқаты) орналасқан тереңдіктер аралығындағы температураларды анықтауға жарамды. Ал өзге деңгейлердегі қойнауқаттардың температурасын анықтау үшін ұңғыманы сазды ерітінділермен толығымен тоғыту және оның жұмысын ұзақ уақытқа (20 тәулікке дейін) тоқтату шараларын жүзеге асыру қажет болады. Сондықтан соңғы мақсатқа қол жеткізу үшін уақытша тоқтатылған ұңғымаларды (закосервированная скважина) пайдалану қолайлы.

Ұңғымалардағы температура көрсеткіштерін өлшеу барысында сол ұңғыма оқпанындағы газ білінімдері байқалған деңгейлер айрықша есепке алынуы тиіс, себебі газ табиғи температура мөлшерін белгілі

дәрежеде "салқындатып жібереді", сөйтіп белгілі мәліметтер алуға кеселін келтіреді.

Қойнауқаттық температура көрсеткіштерін өлшеу "геотермикалық саты" және "геотермикалық градиент" мөлшерлерін анықтауға мүмкіндік береді. **Геотермикалық саты** – жер қойнауының температура мөлшері әрбір 1°C-қа өзгеруіне сәйкес келетін тереңдік деңгейі; байырғы m -мен өлшенеді. Бұл мөлшер орта есеппен 33 m -ге сәйкес келеді деп есептеледі, яғни қалыпты жағдайда жер қойнауына қарай әрбір 33 m -ге тереңдеген сайын температура 1°C-қа артып отырады. **Геотермикалық градиент** – жер қойнауларына қарай тереңдеген сайын сол деңгейлерді құрайтын таужыныстар температурасының өсу мөлшері, орташа мөлшері әрбір 100 m тереңдікке 3°C шамасында өсіп отырады деп есептеледі.

Геотермикалық саты мен геотермикалық градиенттің жоғарыда келтірілген көрсеткіштері (температураның 1°C-қа артуы әрбір 33 m тереңдікке сәйкес келуі немесе температураның әрбәр 100 m -ге 3°C-қа артып отыруы) орта есеппен алынған мөлшерлер. Алайда шын мәнінде жердің әртүрлі өңірлеріндегі таужыныстар қимасының бірдей тереңдіктеріндегі геотермикалық саты мен геотермикалық градиент мөлшерлері әртүрлі болып келеді, себебі бұл көрсеткіштер нақтылы өңір қимасындағы таужыныстардың литологиялық құрамына, олардың және олар кіріктірген флюидтердің физикалық жағдайларына және жылу өткізгіштік қабілеттеріне, жылу ағымының тығыздығына, интрузия шоғырларының алыс-жақындығына, т.с.с. факторларға тікелей тәуелді.

Іс-тәжірибеде геотермикалық саты мөлшері төмендегі теңдеу көмегімен анықталады:

$$G=(H-h) / (T-t), \quad (7.9)$$

мұндағы: G – геотермикалық саты, $m/^\circ\text{C}$; H – температура өлшенген тереңдік, m ; h – тұрақты температура сақталған қабат тереңдігі, m ; T – өлшенген тереңдіктегі температура мөлшері, $^\circ\text{C}$; t – өлшем жүргізілген өлкедегі ауаның орташа жылдық температурасы, $^\circ\text{C}$.

Геотермикалық саты өзгерістерін дәлірек сипаттау үшін өлшем жұмыстары ұңғыма оқпанының бүкіл бойында жүргізілуі тиіс. Осылайша алынған мәліметтер таужыныстар қимасының әртүрлі аралықтарына тиесілі геотермикалық саты көрсеткіштерін анықтауға, сөйтіп зерттеу өңіріндегі нақтылы геотермикалық градиент мөлшерін есептеп шығаруға мүмкіндік береді. Геотермикалық градиент мөлшері төмендегі теңдеу көмегімен анықталады:

$$\Gamma=(T-t) \cdot 100 / (H-h), \quad (7.10)$$

мұндағы: G – геотермикалық градиент, °C; T – өлшенген тереңдіктегі температура мөлшері, °C; t – өлшем жүргізілген өлкедегі ауаның орташа жылдық температурасы, °C; H – температура өлшенген тереңдік, м; h – тұрақты температура сақталған қабат тереңдігі, м.

Жоғарыда келтірілген 7.9- және 7.10-тендеулерді бір-бірімен салыстыру арқылы геотермикалық саты мен геотермикалық градиент арасындағы байланыс төмендегіше өрнектелетіндігін байқаймыз:

$$G=100 / G, \quad (7.11)$$

мұндағы: G – геотермикалық градиент, °C; G – геотермикалық саты, м/°C.

Термикалық зерттеу мәліметтері, жоғарыда атап көрсеткеніміздей, тек ұңғыма оқпандарын және сол оқпан аршыған мұнайлы, газды және сулы қойнауқаттарды (горизонттардлы) ғана зерттеп қоймай, зерттеліп жатқан кенорындар орналасқан бүкіл аймақтың геологиялық құрылыс ерекшеліктерін де нақтылауға көмегін тигізеді. Ал нақтылы мұнай (газ) жатынының температурасын анықтау өндіру шараларын дұрыс ұйымдастыруға және өндіріліп жатқан мұнай (газ) кенорының өзіндік қорын шама келгенше толығымен игеріп алуға айтарлықтай көмектеседі. Сондықтан жер қойнауларының температураларын өлшеу жұмыстары мұнайшы-геологтың аса маңызды міндеттерінің бірі болып табылады.

7.3. Мұнайлы қойнауқат режимдері

Мұнай жатындарының режимдері дегеніміз қойнауқаттағы мұнайдың игеру ұңғымалары оқпанына қарай жылжу мүмкіндігін қамтамасыз ететін қозғаушы күштер жиынтығымен сипатталатын мұнай жатынының болмыс ерекшелігі. Жатынның режимі сол жатын деңгейіндегі нысандардың табиғи физика-геологиялық жағдайларына тәуелді, бұл жағдайлар кенорынды игеру барысында жүзеге асырылатын іс-шаралар мазмұнын нақтылап отыруда қатаң ескерілуі тиіс. Қойнауқат режимі мұнай дебитінің және қойнауқаттық қысым көрсеткіштерінің уақыт барысындағы өзгерістері, сол сияқты сұйықтарды немесе газдарды өндіріп алуға байланысты қойнауқаттардағы қысым өзгерістерін саралау негізінде анықталады. Жалпы алғанда, қойнауқат режимі – сол қойнауқаттағы қозғаушы күштердің өте күрделі көрініс беру кешені болып табылады, бұл кешен кенорынды игеру, яғни одан өнім өндіру барысында бұрынғыдан да күрделене түседі. Сондықтан да қойнауқат режимін жан-жақты танып-білу мақсатында сол қойнауқаттың литология-физикалық қасиеттерін ғана зерттеу жеткіліксіз, ол үшін мұнай, газ және қойнауқаттық су дебиттерін, мұнайлылық шектемесінің (контур

нефтеносности) жылжу динамикасын сипаттайтын кәсіпорындық мәліметтерді саралау шаралары да жүзеге асырылуы тиіс. Мұнайлы немесе газды қойнауқаттардың режимін анықтау кенорынды игерудің ұтымды жүйелерін жобалау және жер қойнауынан мұнай немесе газ массаларын неғұрлым толығырақ көтеріп алу мақсатында қойнауқаттық энергияны мүмкіндігінше толықтай да тиімді пайдалану шараларын жүзеге асырудағы негізгі шарттардың бірі болып табылады.

Мұнай жатындарының нақтылы режимдерін туындататын негізгі факторлар ретінде мұнай жатындарымен тығыз байланысты таужыныс бірлестіктерінің құрылымдық-тектоникалық ерекшеліктерін, жинауыштардың физикалық және литологиялық қасиеттерін, жерасты суларының, мұнайдың және газдың физика-химиялық қасиеттерін атауға болады.

Сонымен, қорыта айтқанда, мұнайлы немесе газды қойнауқаттардың режимдері дегеніміз игеріліп жатқан ұңғыма оқпанына қойнауқаттан мұнайдың немесе газдың ағып келуін қамтамасыз ететін табиғи және техногендік жағдайлар жиынтығы болып шығады. Мұнай өндіру тәжірибесінде бірнеше режим түрлері дараланады, олардың бастылары мұнайлы қойнауқаттар үшін бесеу, газды қойнауқаттар үшін екеу. Атап айтар болсақ, мұнайлы қойнауқат режимдері қатарына жататындар: 1) суарынды режим; 2) серпінді режим; 3) газарынды режим; 4) еріген газ режимі; 5) гравитациялық режим; газды қойнауқат режимдері: 1) газдық режим немесе көмпиген газдар режимі; 2) суарынды режим немесе газарынды-суарынды режим.

Суарынды режим – қойнауқаттағы мұнай массаларының ұңғыма оқпанына судың гидростатикалық арынының күшімен ығыстырылып шығарылуын қамтамасыз ететін жатын режимі. Бұл режим жағдайында қойнауқаттан мұнайды ұңғыма оқпанына ығыстырып шығаратын су шығыны сол қойнауқатқа ағып келетін табиғи су (табиғи суарынды режим) немесе тоғытпа су (жасанды суарынды режим) есебінен еселеніп отырады. Сондықтан кенорын қорын осы режим көмегімен игеру барысында мұнайлылық шектемесі (контур нефтеносности) және мұнай ұңғымасының сумен тоғытылу шектемесі (контур обводнения нефтяных скважин) ұдайы жоғары қарай жылжып отырады.

Табиғи суарынды режим жағдайындағы мұнайды ұңғыма оқпанына ығыстырып шығарушы күш қойнауқаттық судың арыны болып табылады. Мұның нәтижесінде қойнауқаттан ағып шыққан мұнайдың орнын сол өнімді қойнауқатқа өзге қойнауқаттардан келіп жеткен жерасты сулары иеленіп отырады. Бұл сулар литологиялық тұрғыдан біртекті, сұйықты жақсы өткізетін, мұнай жатынына көршілес орналасқан суарынды кешендер қимасында қалыптасады. Бұл режимнің мұнай беру көрсеткіші қойнауқаттың жинауыштық қабілетіне тәуелді, ол 65-80 % аралығында болады. Режимнің тиімділігі суарынды жүйенің мөлшерімен, қойнауқаттың жинауыштық қабілетімен және өнімді қойнауқаттың

орналасу деңгейі мен оның жер бетіне шығу биіктігі арасындағы гипсометрлік айырмамен анықталады. Суарынды режимнің көрініс беру қарқыны жоғарыда аталған табиғи жағдайлармен қатар кейбір кәсіптік көрсеткіштерге де байланысты, олардың бастылары – бүкіл қойнауқат ауқымынан немесе оның жекелеген бөлікшелерінен мұнай алу қарқынының болып табылады.

Серпінді режим. Жер қойнауында серпінділіктен туындайтын күштер барлық режимдер жағдайында да көрініс береді. Сондықтан серпінді режимді жеке-дара режим түрі емес, суарынды режимнің жекелеген фазасы деп қарау орынды. Осыған байланысты серпінді режимді кейде **серпінді суарынды режим** деп те атайды. Режимнің бұл фазасы көрініс беру барысында энергияның негізгі көзі рөлін сұйықтың (мұнайдың және жерасты суының) және таужыныстардың серпінділік қабілеті атқарады, яғни бұл режимдегі негізгі сығымдау күші қойнауқаттық сұйықтардың және оларды кіріктірген таужыныстардың қойнауқаттық қысым мөлшерінің төмендеуі салдарынан серпінді түрде көмпио күші болып табылады.

Серпінді суарынды режим мұнай жатынының сол жатынды қанықтыру деңгейлерімен арақатынасы мүлдем үзілген немесе бұл қатынас дәрежесі мүлдем буалдыр өңірлерде, әйтпесе мұнай жатыны мен осы жатынды туындатқан облыстар бір-біріне өте қашық орналасқан (50-100 км-ге дейін) өңірлерде айрықша көрініс береді.

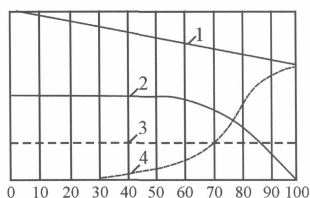
Серпінді суарынды режим мұнай өндірудің алғашқы кездерінде ғана шешуші рөл атқарады. Өндірілген сұйық мөлшері артқан сайын қойнауқаттық қысым мөлшері азая түседі де, мұнайды сығымдау күшінің әсері бірте-бірте саябырлай бастайды. Енді мұнай жатындарынан қашық орналасқан қойнауқаттық сулардың қозғалысы шешуші рөл атқаратын болады, өнімді қойнауқатқа келіп жеткен осы сулардың арыны мұнай өндіру кезеңінің екінші жартысында ең басты қойнауқаттық энергия көзі болып табылады. Сөз болып отырған режим өнімді қойнауқаттарының жинауыштық қабілеті өзгермелі болып келетін кең ауқымды жатындарға тән.

Жалпы алғанда, серпінді суарынды режимге де байырғы суарынды режимге тән сипаттар тән, алайда байырғы суарынды режим жағдайында мұнай алу қарқыны өзгермеген жағдайда сол қойнауқатта қалыптасып тұрақтанған динамикалық қысым мөлшері де тұрақты түрде сақталатын болады, ал серпінді суарынды режим жағдайындағы мұнай алу қарқыны тұрақты болған жағдайдың өзінде де қойнауқаттық динамикалық қысым қарқыны тұрақты түрде және біршама тез аралықта азая береді. Олай болса, серпінді суарынды режим жағдайында мұнай өндірудің нақтылы сәтіндегі қойнауқаттық қысым мөлшері сол қойнауқаттан мұнай алудың сол сәттік (өтпелі) мөлшеріне де, бүкіл өндірілген мұнай мөлшеріне де тікелей тәуелді.

Суарынды режиммен салыстырғанда серпінді суарынды режимнің тиімділігі әлдеқайда төмен, бұл режимнің мұнай беру қабілеті 50-70 % аралығында ғана.

7.2-суретте суарынды режим жағдайындағы қойнауқаттық қысым, мұнай өнімі, су өнімі және газдық фактор арасындағы байланыс графигі кескінделген.

Газарынды режимді кейде "газды тақия режимі" деп те атайды, себебі бұл режимді қамтамасыз ететін басты энергия – газды тақияға тиесілі газдың өз көлемін арттыруынан туындайтын арын күші. Бұл жағдайда өндіріліп алынған мұнай орнын қойнауқаттың өнімді бөлігіне жылжып жеткен жерасты сулары түгелімен толықтыра алмайды. Газарынды режим әдетте еністену бұрышы тікшілдеу бағытталған, мұнайының тұтқырлығы біршама төмен өнімді қойнауқаттармен сипатталатын жатындарда, мұнайы қарқынды түрде өндірілген, сондықтан да қойнауқаттық қысым мұнайдың газбен қанығу қысымынан төменірек көрсеткіштерді иеленуі жағдайында көрініс береді.



7.2-сурет. Қойнауқаттың суарынды режимі жағдайында қойнауқаттық қысым мен мұнай және су өнімдерінің арасындағы байланыс сипаты

1 – қойнауқаттық қысым; 2 – мұнай өнімі; 3 – газдық фактор; 4 – су өнімі
Астыңғы тізбектегі сандар – мұнай беру коэффициенті

Газды тақия дегеніміз жер қойнауындағы мұнайлы қойнауқаттың ең көтеріңкі өңірлерінде орналасқан, яғни мұнай жатынының беткі бөлігін қалқалап тұратын мұнай газының жиынтығы, тұтас мұнайлы-газды жатынның құрамдас бөлігі екендігі белгілі. Газды тақия режимі газды тақияның ауқымы оның астындағы мұнай жатынына қарағанда қомақтылау болып келген, мұнай өндіру барысындағы қысым мөлшері үнемі тұрақты түрде сақталатын және мұнайды алу қарқыны мен газ-мұнай жапсарының жылжу жылдамдығының арасындағы тепе-теңдік (баланс) дәйім сақталатын мұнай жатындарын игеруде әсіресе тиімді. Бұл жағдайда қойнауқаттық қысым өндіріліп алынған мұнай массасының жалпылама мөлшеріне тәуелді бола отырып, үнемі төмендей береді. Алайда, қойнауқаттан

мұнай алу мен газ-мұнай жапсары қозғалысының жылжу жылдамдығы арасындағы тепе-теңдік сақталған жағдайда, газдық фактор тұрақты түрде сақталады (*газдық фактор* дегеніміз қойнауқаттық сұйықтардың, газдардың, таужыныстардың газдан арылуы нәтижесінде пайда болған көпбөлшекті (көпкомпонентті) жүйедегі газ түріндегі, сұйық түріндегі немесе қатты зат түріндегі фазалардың мөлшерлік қатынасымен өлшенетін шама). Екінші сөзбен айтқанда, қойнауқаттың жекелеген бөлікшелеріндегі қысым мөлшері газдың мұнайда еру қысымы мөлшерінен төмендемейді. Бұл режимде мұнай өндіру барысында газдылық шектемесі, яғни газ-мұнай жапсары толассыз жылжып отырады.

Газарынды режимнің тиімділігі, жоғарыда атап көрсеткеніміздей, газды тақия мен мұнай жатынының мөлшерлік қатынасына, қойнауқаттың жинауыштық қабілетіне және құрылымдық сипатына тәуелді. Бұл режим үшін ең қолайлы жағдайлар – жинауыш өтімділігінің жоғары болуы, қойнауқаттың еңістену бұрышының тікшілдігі және мұнай тұтқырлығының төмен болуы.

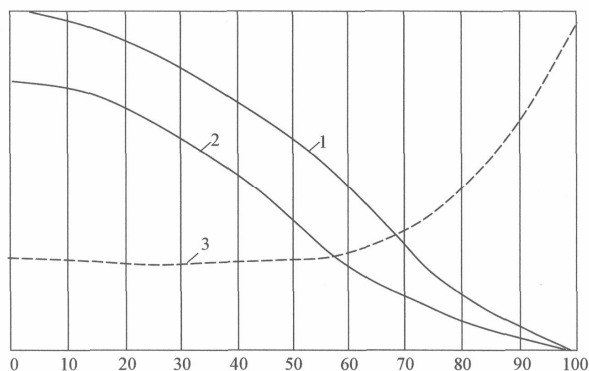
Бұл режим жағдайында мұнай өндіру барысында мұнайлы белдемдегі қысымның бірте-бірте азаюына байланысты газды тақия ұлғая береді де, сол газ мұнайды қойнауқаттық қысымның төмендеген бөлігіне, яғни ұңғыма оқпанына қарай итермелейді. Бұл жағдайда қойнауқаттық қысымның төмендеген бөлігінде шеткі сулар бола қалған жағдайдың өзінде де мұнайды итермелеу энергиясының қайнар көзі рөлін сол су қысымы емес, газ қысымы атқаратын болады, мұндай жағдай әсіресе мұнай өндірудің алғашқы кезеңінде кеңінен етек алады. Солай бола тұрса да, шеткі сулардың арыны біршама жоғары болған жағдайда, газды тақиядағы қысым мөлшері төмендеп кетуі салдарынан, мұнайдың мұнайлы белдемнен газды тақия өңіріне қарай жылжып кетуіне әкеліп соқтыруы мүмкін. Мұндай жағдайды туындатпауға тырысқан жөн, себебі газды тақия газдарын ылғалдандырған мұнай массасы өндіріс процесінен тыс қалуы, сойтіп бостан-босқа зая кетуі мүмкін. Осыған байланысты газарынды режим жағдайында газды тақия газын ысырап қылуға және газдық факторы өте жоғары көрсеткішпен сипатталатын ұңғымаларды осы режим жағдайында игеруге болмайды. Қалай дегенде де, бұл режим жағдайында газды тақия газы шама келгенше ешбір ысырапсыз сақталуы тиіс, ал қажет деп табылған жағдайда сол газды тақия өңіріне жер бетінен газ айдай отырып, оны газдың жаңа массаларымен қанықтыру шаралары жүзеге асырылғаны абзал. Соңғы шара мұнайдың газды тақия өңіріне жылыстап кетуі салдарынан оның өнімінің азаю қаупінен сақтауы тиіс. Бір сөзбен айтқанда, мұнай

массаларын газарынды режим жағдайында өндіру процесі осы режим жағдайын ұдайы қадағалап отыруды қажет деп тапқан жағдайда әртүрлі геология-технологиялық іс-шараларды жүзеге асырып отыруды қажет етеді.

Газарынды режимнің мұнай беру қабілеті де серпінді-суарынды режим көрсеткішімен шамалас, яғни ол 50-70 % аралығында деп есептеледі. Кейбір ғалымдардың зерттеулері бұл режимнің мұнай беру коэффициенті тіпті 25-50 % аралығында ғана болатындығын көрсеткен. Алайда соңғы көрсеткіш тіпті төмен басқа ғалымдар мұндай көрсеткіштің шындыққа сәйкестігі жеткілікті дәрежеде негізделмегендігін атап көрсетеді.

7.3-суретте газарынды режим жағдайындағы қойнауқаттық қысым мен мұнай өнімінің және газдық фактордың арасындағы байланыс графигі кескінделген.

Еріген газ режимі. Бұл режимді қамтамасыз ететін басты күш – қойнауқаттық қысымның төмендеуі барысында мұнайдан бөлініп шығатын газдың көпмюі (өз көлемін өсіруі) салдарынан туындайтын энергия. Бұл жағдайда өндіріліп алынған мұнай орны сол өңірлерге жылжып келетін жерасты сулары массасымен толығымен тоғытылмайды. Сөз болып отырған режим қойнауқаттық қысымның төмендеу көрсеткіші мұнайдың газбен қанығу қысымынан да азырақ болуына әкеліп соқтыратын мұнайдың күшті қарқынмен өндірілуі жағдайында өнімді қойнауқаттың жинауыштық қабілеті нашар және мұнайының тұтқырлығы біршама жоғары жатындарда көрініс береді.



7.3-сурет. Қойнауқаттың газарынды режимі жағдайында қойнауқаттық қысым мен мұнай өнімінің және газдық фактордың арасындағы байланыс сипаты
1 – қойнауқаттық қысым; 2 – мұнай өнімі; 3 – газдық фактор
Астыңғы тізбектегі сандар – мұнай беру коэффициенті

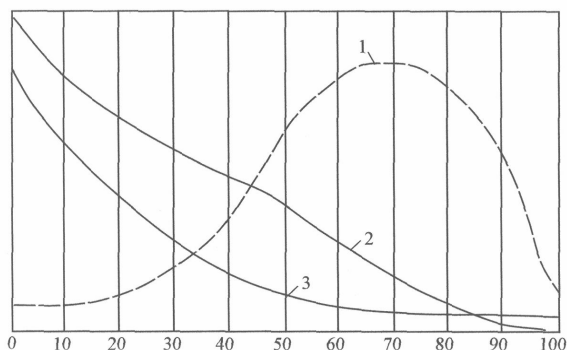
Жатынды игеру барысында мұнай жатынының қысымы және оны өндіру дебиті толассыз азая беретіндігі белгілі, яғни бұл жағдайдағы қысым мөлшері қойнауқаттан өндіріліп алынған мұнайдың жалпылама мөлшеріне тікелей байланысты. Мұндай жатындарда газдық фактор игерудің алғашқы кезеңдерінде күшті қарқынмен өседі, алайда жатындағы мұнай массасының сарқыла бастауына байланысты бірте-бірте кеми беретін болады. Мұның өзі қойнауқаттық қысымның да кеми беруіне әкеліп соқтырады, ал бұл жағдай, өз кезегінде, мұнай жатынында дербес газ (свободный газ) массаларының пайда болуын қамтамасыз ететін болады. Міне, осы газ көпіршіктерінің энергиясы сөз болып отырған режим жағдайындағы негізгі қозғаушы күш рөлін атқарады.

Еріген газ режимі жағдайында жерасты суларының атқаратын рөлі болымсыз екендігі жоғарыда айтылды. Расында да, бұл режим жағдайында шектеулік су (вода контурная) мұнай жатынына мүлдем құйылмайды немесе жатын жерасты суымен мүлдем аз мөлшерде ғана тоғытылатын болады. Қалай дегенде де, жатынның сумен тоғытылу мөлшері сол жатыннан мұнайдың өндіріліп алыну мөлшерімен салыстырғанда әлдеқайда төмен болады. Мұндай жағдай туындауының ең басты себебі – мұнай жатынының шектеу маңы бөлігіне (приконтурная часть залежи) тиесілі таужыныстардың жинауыштық қабілетінің өте нашар болуы.

Еріген газ режимі әдетте фациялық өзгермелілігі өте жоғары құрылымды құрайтын қойнауқаттарының еңістену бұрышы мүлдем болымсыз (көлбей көсілген қабаттардан тұратын), сол қойнауқаттарының тік бағыттағы өтімділік дәрежесі олардың көлбеу (горизонталь) бағыттағы өтімділігінен әлдеқайда төмен көрсеткіштермен сипатталатын жатындарда көрініс береді. Мұндай режимнің кейбір суарынды режиммен немесе газды тақия режимімен сипатталатын қойнауқаттарда да көрініс беруі ықтимал, ол үшін ұңғыманың мұнай беру дебиті шектеулік судың немесе газ-мұнай жапсарының жылжу жылдамдығынан әлдеқайда қарқынды болуы тиіс, себебі нақ осындай жағдай қойнауқаттық қысымның газдың мұнайда еру қысымынан да төменірек көрсеткіштермен сипатталуына әкеліп соқтырады.

Еріген газ режимінің мұнай беру қабілеті онша жоғары емес, бұл көрсеткіш 10-40 % аралығында ғана деп есептеледі.

7.4-суретте еріген газ режимі жағдайындағы газдық фактор, қойнауқаттық қысым және мұнай өнімі арасындағы байланыс графигі кескінделген.



7.4-сурет. Қойнауқаттың еріген газ режимі жағдайында қойнауқаттық қысым мен газдық фактордың және мұнай өнімінің арасындағы байланыс сипаты
1 – газдық фактор; 2 – қойнауқаттық қысым; 3 – мұнай өнімі
Астыңғы тізбектегі сандар – мұнай беру коэффициенті

Гравитациялық режимді қамтамсыз ететін басты күш мұнайдың ауырлық күші болып табылады. Бұл режим мұнай жатынының сулы өңірлерден мүлдем дербес орналасуы және мұнай құрамында газдың да мүлдем болмауы жағдайында мұнайы мейлінше тұтқыр жатындарда көрініс береді. Бұл режимнің екі түрі белгілі, олар – арынды-гравитациялық және нақты гравитациялық режимдер. Арынды-гравитациялық режим сұйықтарды жақсы өткізетін және біршама тік құлайтын қойнауқаттарда қалыптасса, нақты гравитациялық режим болымсыз ғана еңістенген яки көлбей көсілген, жинауыштық қабілеті де нашар, мұнай айнасы да көлбеу төселген қойнауқаттарда көрініс береді. Гравитациялық режимнің мұнай игерудің алғашқы сәттерінен-ақ көрініс беруі сирек құбылыс, ол әдетте әуелгі кезде еріген газ режимі көмегімен игерілген жатындарды одан әрі игеру барысында ғана іске қосылады.

Бұл режим жағдайында мұнайдың ұңғыма оқпанына жылыстауы тек сол ұңғыма орналасқан бөлікше аумағынан ғана жүзеге асады. Кейбір жағдайларда ұңғыма оқпанының түбіне осылайша жылжып жеткен мұнай массасының оқпан бойымен одан әрі жоғары көтерілмеу мысалдары да ұшырасады (қажетті энергияның жеткіліксіз болуына байланысты). Мұндай жағдайда ұңғыма оқпаны түбінде "тұнбаланған" мұнайды игеру мақсатында арнаулы жасанды өндіру әдістерін қолдану қажеттілігі туындайды. Мәселен, Ресей Федерациясына қарасты Коми автономиялық республикасы жеріндегі Яреч атаулы кенорнының өте

тұтқыр (ауыр) мұнайын өндіру үшін арнаулы шахта қазылып, өте саяз ұңғымалар осы шахта табанынан бұрғыланған (мұнай "түнбасына" жақындай түсу үшін). Осылайша аталған кенорыннан азын-аулақ мөлшерде мұнай өндірілген көрінеді, бірақ өнім мөлшері айтарлықтай жоғары болмаған.

Гравитациялық режимнің мұнай беру қабілеті 10-20 %-дан аспайды.

7.4. Газды қойнауқат режимдері

Жалпы алғанда, газ горизонттарының режимдері де мұнай қатқабаттарының режимдеріне ұқсас болып келеді, алайда бұлардың арасында айырмашылықтар да жоқ емес. Мұндай айырмашылықтардың басты себебі мұнай мен газдың өздеріне тән тұтқырлық көрсеткіштеріндегі айтарлықтай алшақтық болып табылады. Мұнайдың тұтқырлығы судың тұтқырлығынан жоғары, ал газдың тұтқырлығы су тұтқырлығынан жүз еседей кем. Осыған байланысты кеуекті орталардағы газдың қозғалыс қарқыны (жылжу жылдамдығы) су мен мұнай қозғалысының жылдамдығынан әлдеқайда артық болып келеді. Осы жайттарға байланысты мұнай мен газ режимдерінде өнімді горизонттардан мұнай және газ өндіру процестерінде өзіндік өзгешеліктер болуы заңды құбылыс.

Жер қыртысының "шөгінді тыс" деп аталатын қатқабаттарынан (толща) мұнай өндіру шаралары жоғарыда сипатталған бес түрлі қойнауқаттық режим жағдайында жүргізілетін болса, газды қойнауқат режимдері екеу ғана, олар газдық режим (көмпиген газдар режимі) және суарынды режим (газарынды-суарынды режим) деп аталады.

Газ өндірудің *газдық режимін* қамтамасыз ететін басты күш – қойнауқаттық газдардың ісініп-көмпииюінен туындайтын арын. Бұл жағдайда игеріліп алынған газ массасының босаған орны сол өңірлерге жылжып келген жерасты суларымен толық тоғытылмайды, себебі газдық режим сулы горизонттардан мүлдем дербес орналасқан газ жатындары жағдайында көрініс береді. Сондықтан бұл режим әдетте сулы горизонттармен ешбір байланысы жоқ, шектеулі дәрежеде ғана оқшауланған жекелеген таужыныс линзалары мен қойнауқаттарына шоғырланған газдарды өндіруде қолданылады. Кейбір жағдайларда газды қойнауқаттан немесе линзадан тұратын жинауыштардың табанында жерасты суларының горизонттары да ұшырасуы мүмкін, алайда бұл сулар арынсыз сипатты иеленген сулар болып табылады,

сондықтан олар қозғалыссыз қалады да, газды қойнауқат режимінің жұмысына әсер етпейді.

Газ өндірудің **суарынды (газарынды-суарынды) режимі** мүлдем өзгеше сипаттарды иеленген. Бұл режимді қамтамасыз ететін басты күштер – ісінген (көмпиген) газдардың арыны мен табандық және шектеусырттық сулардың (вода подшвенная и законтурная) арыны. Бұл жағдайда игерілген, яғни өндіріліп алынған газ массасының орны аталған сулар есебінен тоғытылып отырады. Газ кенорнын игерудің бастапқы кезеңінде газарынды режим шешуші рөл атқарса, қойнауқаттық қысымның төмендеуімен сипатталатын игерудің соңғы сатыларында суарынды режимнің рөлі айтарлықтай артады. Бұл режим көбінесе өнімді горизонттары біршама қалың, олардың жинауыштық қабілеті де бірқалыпты болып келетін ірі жатындарға тән.

Суарынды режимді шартты түрде "нақты суарынды режим" және "серпінді-суарынды режим" деп екі түрге бөліп қарауға болады. Бірінші жағдайда біршама белсенді шеткі сулар қоректену аймағынан газ жатынына қарай (ұңғыма оқпанына қарай) өздерінің гидростатикалық бағанының салмағы есебінен жылжитын болса, екінші жағдайда мұндай жылжу сұйықтар мен таужыныстардың серпінділік күші есебінен жүзеге асады. Сондықтан да газ өндірудің суарынды режимінің тиімділігін қамтамасыз ететін негізгі шарттар – қойнауқат өтімділігінің жоғары болуы, шектеулік сулардың барынша ірі шоғыры кенорынмен орайласа орналасуы және бұл сулардың мейлінше белсенді болуы.

Мұнай мен газ тұтқырлықтарының арасындағы жоғарыда сөз болған айырмашылықтарға байланысты газ кенорындарын игерудің технологиясы мен өндірілу қарқыны мұнай кенорындарын игерудің осы көрсеткіштерімен салыстырғанда әлдеқайда жоғары көрсеткіштермен сипатталады.

Газдық режим және суарынды режим жағдайларында өндірілген газдың өнеркәсіптік көрсеткіштерінде айтарлықтай айырмашылық болады. Газдық режим жағдайында өндірілетін газ массасының қойнауқаттық қысымы әрбір *атмосфераға* кемігендегі мөлшері ұдайы тұрақты сақталады, яғни бұл көрсеткіш өндірілу уақытына тәуелді емес. Ал суарынды режим жағдайындағы аталған көрсеткіш өзгермелі болып келеді, яғни газ өндіру мерзімі ұзарған сайын өндірілетін газ мөлшері де арта түседі.

Жоғарыда сөз болған заңдылық төмендегі теңдеулер көмегімен өрнектеледі:

$$V = Q / p_1 - p_2 , \quad (7.12)$$

мұндағы: V – қойнауқаттық қысым 1 атм. -ға кемігенде (p_1 -ден p_2 -ге дейін) өндіріліп алынған газ мөлшері, м^3 ; Q – өлшеу жүргізілген бірінші және екінші мерзімнің (датаның) аралығында өндіріліп алынған газ мөлшері, м^3 ; p_1, p_2 – бірінші және екінші өлшеу жүргізілген кездегі қойнауқаттық қысым көрсеткіштері, атм.

Газдық режим жағдайында алғашқы көрсеткіш (V) газ өндірудің барлық сатыларында тұрақты түрде сақталады (өндіру уақыты ұзарған сайын өзгеріске ұшырамайды). Суарынды режим жағдайында бұл көрсеткіш өзгермелі, себебі шеткі сулардың газ жатынына (ендеше ұңғыма оқпанына) жылжып жету қарқыны екінші өлшеу жасаған сәтте бірінші өлшем кезіндегі қарқынынан артығырақ болады, яғни:

$$p_2' > p_2, \quad (7.13)$$

мұндағы: p_2' – суарынды режим жағдайында екінші өлшеу жүргізілген кездегі қойнауқаттық қысым көрсеткіші, атм. ; p_2 – газдық режим жағдайында екінші өлшеу жүргізілген кездегі қойнауқаттық қысым көрсеткіші, атм.

Суарынды режим жағдайында газ кенорнын игерудің әртүрлі кезеңдерінде өндірілетін газ мөлшерін анықтау үшін алғашқы формуланы сәл-пәл өзгертеміз:

$$V_1 = Q / p_1 - p_2' \quad (7.14)$$

олай болса:

$$V_1 > V, \quad (7.15)$$

яғни, қойнауқаттық қысым 1 атм. -ға кемігендегі суарынды режим жағдайында өндірілетін газ мөлшері газдық режим жағдайында өндірілетін газ мөлшерінен артық болады.

Тарау бойынша бақылау сұрақтары

1. «Қойнауқаттық қысым», оның ішінде «геостатикалық қысым» және «гидростатикалық қысым» деген түсініктердің маңағынасын түсіндіріңіз.

2. «Қойнауқаттық қысым градиенті» дегеніміз не? «Қалыпты жағдайдан жоғары мөлшерлі қойнауқаттық қысым» және «артынды қысым» деген түсініктерді сипаттап беріңіз.

3. Қойнауқаттық қысымның қалыптан ауытқу табиғатын нақтылы мысал көмегімен түсіндіріңіз.

4. «Динамикалық қойнауқаттық қысымның» екі түрін сипаттап беріңіз. Олардың мөлшерлері қалай анықталады?

5. «Ұңғыма оқпанының қысымы» дегеніміз қандай қысым? Оқпан қысымы мен қойнауқаттық қысым айырмашылығы салдарынан

флюидтердің жоғары жылжу немесе жылжымау мүмкіндіктерінің үш вариантын сипаттаңыз.

6. «Изобаралар картасы» дегеніміз қандай карта, ол қалайша құрастырылады?

7. Изобаралар картасы көмегімен қойнауқаттық қысымның нақтылы мерзімдегі орташа мәлішерін қалайша анықтауға болады?

8. «Ұңғыма термометриясы» дегеніміз не, ол қандай мәселелерді шешуге көмектеседі?

9. Ұңғыма термометриясын жүргізу үшін қандай аспаптар қолданылады? «Термограмма» дегеніміз не?

10. Ұңғыма термометриясын жүргізу, яғни ұңғыма оқпанының температурасын өлшеу жұмыстарын жүргізу технологиясын сипаттап беріңіз.

11. «Геотермикалық саты» және «геотермикалық градиент» түсініктерін сипаттаңыз. Бұл параметрлер қалайша анықталады?

12. Мұнай жатындарының (мұнайлы қойнауқаттардың, мұнайлы горизонттардың) режимдері дегеніміз не, қойнауқаттық режимдерді анықтау қандай мәліметтерге негізделеді?

13. Мұнайлы горизонттардың суарынды режимін сипаттап беріңіз. Бұл режимнің тиімділік көрсеткіштері қандай?

14. Мұнайлы горизонттардың серпінді режимін сипаттап беріңіз. Бұл режимнің тиімділік көрсеткіштері қандай?

15. Мұнайлы горизонттардың газарынды режимін (газды тақия режимін) сипаттап беріңіз. Бұл режимнің тиімділік көрсеткіштері қандай?

16. Мұнайлы горизонттардың еріген газ режимін және гравитациялық режимін сипаттап беріңіз. Бұл режимдердің тиімділік көрсеткіштері қандай?

17. Газ өндірудің газдық режимін және суарынды режимін сипаттаңыз. Бұл режимдер жағдайында өндірілген газ өнімдері мәлішерінің өзгерістері қандай заңдылыққа бағынады?

8. МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ КЕНОРЫНДАРЫН ИГЕРУДІ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ ШАРАЛАРЫ

8.1. Кенорынды одан тұрақты өнім алуға дайындау барысында ұңғымада жүргізілетін іс-шаралар

Мұнай және газ кенорындарын игерудегі ең негізгі мақсат – сол кенорынның қатқабаттарында шоғырланған көмірсутек қорларын шама келгенше молырақ өндіріп алу екендігі түсінікті. Бұл негізгі мақсатты жүзеге асыру үшін игерудің екі басты нысаны – көмірсутек қорлары шоғырланған қойнауқат және сол қойнауқаттан өнім өндірілетін бұрғылау ұңғымаларының жүйесі біртұтас кешен ретінде қаралады, осы кешен табиғатындағы байланыстар, сол байланыстардың тиімді нәтиже беруін қамтамасыз ету шаралары өндіру ісінде ұдайы есте болуы шарт. Ұңғымалар жүйесі деген түсінікті біз әдейі қолданып отырмыз, себебі мұнай немесе газ қорларын өндіру шаралары жекелеген ұңғымалар көмегімен емес, сол өнім өндіріліп жатқан кенорынды аршыған бірнеше ұңғымалар көмегімен жүргізілетіндігі белгілі. Олай болса, өндіру алаңшасындағы бүкіл ұңғымалар жиынтығының жұмысын қатаң бақылауда ұстау, олардан мұнай немесе газ қорларын толығымен өндіріп алу мақсатын қамтамасыз ететін өзге де бүкіл іс-шараларды тұрақты және тиімді түрде қамтамасыз етіп отыру кез келген мұнай-газ кәсіпшілігінің күнделікті жұмысындағы ең басты мәселелер болып табылады. Мұндай жұмыстар жиынтығы жер қойнауындағы мұнайлы немесе газды қойнауқатты жекелеген бұрғылау ұңғымасы көмегімен алғаш аршыған сәттен бастап игеруге қамтылған бүкіл кенорын қорын игерім ұңғымалары мен өзге де арнаулы ұңғымалардың біртұтас жүйесі көмегімен толық өндіріп алудың ең ақырғы сатысына дейін ешбір толассыз және кешенді түрде жүргізіліп отыруы тиіс. Сөз болып отырған арнаулы іс-шаралар кешенінің мазмұн-мағынасын рет-ретімен ашып көрсетуге тырысайық.

Кенорынды өнім алуға дайындау барысында жүргізілуі тиіс іс-шаралар кешені үш мәселеге баса назар аудару міндетін жүктейді, олар – қойнауқатты тиімді түрде аршу, ұңғыма оқпанының түбін дұрыс жабдықтау және мұнай-газ ұңғымаларын тиімді игеруді қамтамасыз ету.

Қойнауқатты ариу – бұрғылаудың ұтымды технологиясын қамтамасыз ету, ұңғымада қопарылыстар мен өзге де апаттарды болдырмау мақсатында ұңғыманы теспелеу және оны дұрыс игеру, ұңғыма оқпанына жапсарлас белдемдердің табиғи өтімділігін сақтау,

мұнай мен газдың ұңғыма оқпанына ағып келуіне қолайлы жағдайлар туғызу, ұңғыма оқпанына жапсарлас өңірлердің беріктігін және орнықтылығын қамтамасыз ету, жер қойнауын қорғау ережелерін қапысыз орындау мақсаттарын көздейтін іс-шаралар кешені.

Мұнай немесе газ қойнауқаттарын тиімді түрде аршу игерім ұңғымаларын игеру және олардан мұнайды немесе газды өндіру процесінде өте маңызды рөл атқарады. Игерім ұңғымаларынан тиімді түрде мұнай және газ қорларын өндіру үшін қойнауқатты аршу процесінің технологиясын дұрыс таңдай білу аса маңызды. Бұл орайда негізгі мақсат – ұңғыма оқпанына мұнайдың немесе газдың ағып келуіне ең қолайлы жағдайлар туғызу және қойнауқатты аршу процесінің өзін ешбір апатсыз жүзеге асыруға қол жеткізетін техникалық жабдықтарды қолдану. Осы шарттарды дұрыс таңдай білу және оларды толықтай қамтамасыз ету игерім ұңғымасын тиімді пайдаланудың және одан жоспарланған мұнай немесе газ дебитін қамтамасыз етудің бірден-бір кепілі болып табылады.

Өнімді қойнауқатты аршудың техникалық және технологиялық шарттары сол өнімді қойнауқаттың геологиялық, литологиялық, физикалық, гидрогеологиялық, режимдік, т.с.с. сипаттарымен және оның көршілес қойнауқаттармен өзара байланыс ерекшеліктерімен анықталады, алайда бұл маңызды мәселені табысты шешуде жуғыштау сұйығы мен ұңғыма оқпанының қондырғыларын дұрыс таңдай білу мәселелері шешуші рөл атқарады.

Жуғыштау сұйығы (промывочная жидкость) – бұрғылау ұңғымасының тиімді бұрғылануын және нақтылы геологиялық жағдайдағы өнімді қойнауқаттың жақсы аршылуын (тесілуін) қамтамасыз ететін, арнаулы рецептіге сәйкес дайындала отырып, бұрғылау барысында нақтыланып отыратын арнаулы сұйық; сазды ерітінді, сазсыз сұйық, мұнайға негізделген сұйық, т.с.с. бірнеше түрлері болады. Жуғыштау сұйығының атқаратын басты-басты қызметтері мыналар: бұрғыланған таужыныс түйірлерін бөлектеу және олардың сұйықтар айналымы тоқтатылған сәтте қалқыған күйде ұсталып тұруын қамтамасыз ету; таужыныстарды ұңғыма оқпанында жуғыштау; бұрғылау қашауышын ұдайы суытып отыру; бұрғылау барысында қойнауқаттан газ, мұнай, су массаларының ұңғыма оқпанына тоғытылуын болдырмау; ұңғыма оқпаны қабырғаларының беріктігін сақтау және арнаулы жағдайларда, жуғыштау сұйығы суларының оқпаннан қойнауқатқа "ағып кетуін" болдырмау; ұңғыма каротажы мүмкіндіктерін қамтамасыз ету; турбиналы бұрғылау барысында қашауыштың айналымын қамтамасыз ету, т.б.

Игерім ұңғымаларын бұрғылау барысында қолданылатын *жуғыштау сұйығы* ретінде көбінесе *сазды ерітінділер* қолданылады. **Сазды ерітінді** (глинистый раствор) – нақтылы құрылымдық-механикалық қасиеттермен сипатталатын саздың судағы ерітіндісі, бұрғылау жұмысын жүзеге асыруда ең жиі қолданылатын жуғыштау сұйығы. Құрамындағы саздың мөлшері мен сапасына, оларға химиялық тұрғыдан әсер ету әдістеріне қарай және бұрғылаудың геология-техникалық талаптарына сәйкес сазды ерітінділердің тығыздық, тұтқырлық, су бергіштік көрсеткіштері және жылжымалылығының статикалық кернеуінің көрсеткіші түрліше болуы мүмкін. Сазды ерітіндінің ұңғыманы игеруде және одан өнім алу процесінде мейлінше қолайлы ерітінді ретінде таңдалып алынуының басты себебі – оның оқпан қабырғасын сылап тастайтын жарғақ (жұқа қабыршақ) қалыптастыруға қабілеті болып табылады. Екінші сөзбен айтқанда, сазды ерітінділер құрамындағы саз тозандары ұңғыма оқпанының қабырғаларын жарғақшамен (жұқа қабыршақпен) сылауы нәтижесінде осы ерітінді құрамындағы су массаларының өнімді қойнауқатпен жаппай жанаспауына, сөйтіп оған сүзбелене сіңіп кетпеуіне жағдай жасалады.

Жуғыштау ерітіндісінің суы өнімді қойнауқат таужыныстарымен ешбір кедергісіз сүзбеленіп кеткен жағдайда осы қойнауқаттың мұнай бергіштік қабілеті күрт кеміп кету қаупі туындаған болар еді. Мұның себебі су тамшыларын сіңірген өнімді қойнауқат таужыныстары құрамында саз тозандары молынан ұшырасқан жағдайда және сол сазды массалар жуғыштау сұйығының суымен ешбір кедергісіз қанығуы жағдайында олар айтарлықтай "ісініп кетуі", сөйтіп мұнай тамшыларының оқпанға ағып келу көздерін белгілі дәрежеде тұмшалауы, тіпті мүлдем "бітеп тастауы" мүмкін. Мұндай жағдай өнімді қойнауқаттың өтімділік қасиетін күрт төмендетуге, нәтижесінде қойнауқаттан ұңғыма оқпанына мұнай ағу қарқынының күрт кеміп кетуіне, тіпті мүлдем тоқтап қалуына әкеліп соқтыруы ықтимал.

Қорыта айтқанда, сусыз мұнай беретін қойнауқаттарды аршу, ұңғыманы игерімге беру немесе ұңғыманы жөндеу жұмыстары барысында, әсіресе қойнауқаттық қысым дәрежесі төменірек, сондықтан жуғыштау сұйығын "жұтып алуға" икемділеу өнімді қатқабаттардан мұнай өндіру барысында ұңғыма оқпанынан қойнауқаттарға су жібермеу шараларын мұқият жүзеге асыру өте маңызды мәселе.

Қойнауқатты аршу барысында жуғыштау сұйығы ретінде сазды ерітінділерді таңдау қажеттілігінің мән-мағынасы жоғарыда

келтірілген жайттармен түсіндіріледі. Бұл орайда сазды ерітіндінің қажетті сапасын қамтамасыз ету мәселесіне де айрықша мән беріледі.

Қойнауқатты аршу барысында қолданылатын сазды ерітінділердің сукайтарымдылығы (водоотдача) барынша төмен болуы шарт, алайда олар окпан қабырғасын сылайтын барынша жұқа, бірақ біршама берік жарғақ құрауға да қабілетті болуы тиіс. Мұндай шарттарды жеткілікті дәрежеде коллоидтанған сазды ерітінділер ғана қамтамасыз ете алады, ал ерітіндінің қажетті коллоидтылығына қол жеткізу үшін олар әртүрлі химиялық реагенттермен қанықтырылуы және бентонитті саздармен толықтырылуы тиіс.

Қойнауқаттық қысымы жоғары көрсеткіштермен сипатталатын өнімді қойнауқаттарды аршу барысында қолданылатын сазды ерітінділердің меншікті салмағы ұңғыма окпанында қопарылыстар мен өзге де апаттарды болдырмайтындай етіп таңдалуы шарт. Ал қойнауқаттық қысым мөлшері төмен жатындарды игеру барысында басты назар негізінен сазды ерітіндінің сапалық көрсеткіштеріне ғана аударылады. Мұндай жағдайда ұңғыма окпаны қабырғасын саздау (глинизация скважин), яғни бұрғылау ұңғымаларына сазды ерітінділер жіберу арқылы сол ұңғыма окпаны қабырғасын саз-балшықтармен сылануын қамтамасыз ету, сөйтіп ерітінді суының қойнауқатқа ену процесін болдырмауға ғана көңіл аударылады.

Кенорынды өнім алуға дайындау барысында жүргізілуі тиіс іс-шаралар кешенінде **ұңғыма окпанының түбін дұрыс жабдықтау** жұмыстарының маңызы қойнауқатты аршуға қатысты мәселелерді дұрыс ұйымдастырудан тіпті де кем емес. Бұл орайда екі мәселеге баса назар аударылуы тиіс, олар – қойнауқатты аршу тереңдігін дұрыс анықтай білу және ұңғыма түбіне жіберілетін қондырғыларды дұрыс таңдай білу.

Жалпы алғанда, игерім ұңғымасының гидродинамикалық тұрғыдан ең өнімді жағдайын қамтамасыз ету үшін өнімді қойнауқаттың ең жоғары дәрежеде аршылуы, яғни оның бүкіл қалыңдығы аршылуы тиімді. Алайда қойнауқат қалыңдығын түгелдей аршу мүмкіндігі ұңғыманың құрылым ауқымында ораласу орнымен, сол сияқты мұнай жатынының су-мұнайлық және газ-мұнайлық жапсарларының тереңдік көрсеткіштерімен шектеліп отырады. Мұнай жатынының астында сулы қойнауқат орналасқан жағдайда бұрғылау ұңғымасының түбі су-мұнай жапсарынан жоғарырақ деңгейде тоқтатылуы тиіс, себебі ұңғыманың сулы қойнауқатқа да еніп кетуі "сумен тоғытылу конусының" (конус обводнения) қалыптасуына, сөйтіп өндірілетін мұнай ағымына судың араласып кетуіне әкеліп соқтырады. Ал мұнай жатынының үстіңгі бөлігінде газды тақия

180

ұшырасқан жағдайда мұнайлы қойнауқаттың аршылу тереңдігі газ-мұнай жапсарынан төменірек орналасқан нүктелерде жүргізілуі тиіс, өйтпеген жағдайда игерім ұңғымасының оқпанына газды тақия газдары келіп құйылуы, сөйтіп мұнай өндіру ісіне айтарлықтай нұқсан келтіруі ықтимал.

Ұңғыманы игеруге тапсырар алдында оның түбін жабдықтаудың дұрыс жолдарын таңдап алу мәселесі кенорынның геологиялық жағдайларымен анықталады. Мұндағы басты мақсат – мұнайлы, газды және сулы қойнауқаттарды сенімді түрде оқшалай білу (изоляция) шараларымен, сол сияқты игерім тізбегінің беріктігін қамтамасыз ету шараларымен орайласады. Ұңғыманы жабдықтау барысында металды мүмкіндігінше үнемді пайдалану, ұңғыма тұрғызу процесінің құнын азайту, бірақ ұңғыма оқпанына мұнайдың ағып келу мүмкіндігін барынша арттыру мәселелеріне де айрықша көңіл бөлінеді.

Өнімді қойнауқат үгіліп-бұзылмаған берік таужыныстардан құралған жағдайда ұңғыма конструкциясы аталған қойнауқаттың жоғарғы бөлігін ғана аршитындай етіп жасақталады. Бұл жағдайда мұнайлы горизонт пен ұңғыма оқпанының арасы ешбір кедергісіз жалғаса алады, осылайша бүкіл горизонт ауқымындағы табиғи гидродинамикалық қатынас сақталатын болады, сондықтан да аталған аумақтағы мұнай массасы оқпан түбіне де кедергісіз жетіп, өнімнің толықтай алынуына мүмкіндік береді. Өнімді горизонт борпылдақ таужыныстардан (бір-бірімен бірікпеген құмдардан, құмдақтардан, т.с.с.) құралған жағдайда ұңғыма оқпанында құмды тығындар (песчаные пробки) қалыптасу қаупі туындайды. Бұл жағдайда ұңғыма түбі арнаулы сүзгілермен жабдықталады. Арнаулы сүзгі ретінде оқпан түбіне гравий түйірлері түсіріледі (гравий – мөлшері 1-10 мм аралығындағы бір-бірімен жымдасып дәнекерленбеген жұмыр-жұмыр кесекшелерден тұратын шөгінді таужыныс түрі). Кейде сүзгі ретінде сырты құм түйірлері өте алмайтындай етіліп сым-темірлермен оралып бекітілген арнаулы темір каркастар да пайдаланылады. Бір-бірімен жымдасып дәнекерленбеген, сондықтан да опырыла отырып, оқпан түбін тығындап тастау қаупін туғызатын құмдарды ұңғыма түбінен аластау мақсатында "стрейнер" деп аталатын арнаулы сүзгілер де пайдаланылады. **Стрейнер** дегеніміз мөлшері мен пішіні жағынан алуан түрлі болып келетін тесіктері бар арнаулы аспап, аталған тесіктердің диаметрі яғни мөлшері игерім ұңғымасын пайдалану барысында осы ұңғыма оқпанын тұмшалап тастауы мүмкін құм түйірлерінің мөлшеріне байланысты таңдалып алынады. Кейбір жағдайларда, әсіресе біздің Қазақстанның борпылдақ таужыныстардан тұратын кейбір кенорындарында өнімді қойнауқаттан игерім

ұңғымасы оқпанының түбіне мұнай массаларын "шақыру үшін" оқпанға тұтастай шегендеу құбырларының тізбегі жіберіліп, олар цемент ерітінділерімен бекітіледі де, осы құбыр өнімді горизонт деңгейінде арнаулы теспелегіштер (перфораторлар) көмегімен теспеленеді, сөйтіп қойнауқаттан мұнай өнімдері ұңғыма оқпанына осы тесіктер арқылы "шақырылады".

Қорыта айтқанда, бұрғылау ұңғымасын игеруге тапсырар алдында мұнай жатынының аршылу тереңдіктерін дұрыс таңдай білу және ұңғыма түбін дұрыс жабдықтай білу мәселелері кәсіпшілік тарапынан жүзеге асырылатын ең маңызды міндеттердің бірі болып табылады.

Жоғарыда сөз болған іс-шаралар жүзеге асырылып, ұңғымалар қажетті деңгейде сынамалаудан өткізілгеннен кейін олар игеруге, яғни мұнай немесе газ қорларын өндіріп алуға тапсырылады.

8.2. Ұңғыманы одан мұнай және газ қорларын өндіруге дайындау

Ұңғыманы одан мұнай-газ қорларын игеруге дайындау жұмыстары арнаулы жоспарға сәйкес жүргізіледі. Ұңғыманы дайындау барысында жүзеге асырылатын іс-шаралар қатарына жататындар – ұңғыманың тереңдігін анықтау және оның оқпанының тазалығын қамтамасыз ету, ұңғымадан мұнай мен газдың сынамаларын алу; ұңғыма оқпанының деңгейлерінде жерасты сулары бар болып шыққан жағдайда олар да сынамаланады. Алайда жұмыстың сөз болып отырған сатысындағы ең басты міндет – мұнай және газ массаларын ұңғыма оқпанына "шақыру" болып табылады. Мұнай мен газды ұңғыма оқпанына "шақыру" әртүрлі әдіс-тәсілдер көмегімен жүзеге асырылады, мұндай тәсілдер мазмұны мұнайлы немесе газды қойнауқаттың өзіндік сипаттамаларымен (қойнауқаттық қысым, тығыздық, таужыныстардың дәнекерлену дәрежесі, т.с.с.) анықталады.

Қойнауқаттық қысымы жоғары көрсеткіштермен сипатталатын ұңғымалар бұрқақты ұңғымалар деп аталады; қойнауқатты аршу процесі сазды ерітінділер негізінде жүзеге асырылған. Мұндай ұңғымаларды игеру оқпанды сумен шаймалау, оқпанға ауа немесе газ массаларын тоғыту, оқпанды піскектеу (*песнектеу*, яки *свабтай* - ұңғыма оқпанындағы сұйықтың деңгейін төмендету арқылы ұңғыманы игеру тәсілдерінің бірі) әдістерін қолдану немесе осы әдістерді бір-бірімен ұштастыру арқылы жүргізіледі. Жоғары қысымды қойнауқаттарды игеруге дайындау барысында ұңғыма оқпанына бұрқақтық арматура орнату, ашық бұрқақтарды болдырмайтын өзге де

іс-шараларды жүзеге асыру маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Өнімді қойнауқат табандық су қабатымен жапсарласқан және нашар дәнекерленген таужыныстардан тұрған жағдайда, мұндай қойнауқаттарды игеру сақтық шараларын мұқият сақтауды қажет етеді. Мұндай жағдайда әсіресе қойнауқат қысымын тез төмендетіп жіберуге болмайды.

Қойнауқатты аршу процесі мұнайға негізделген ерітінділер немесе мұнайдың өзі негізінде жүзеге асырылған, қойнауқаттық қысымы төменірек дәрежелермен сипатталатын қойнауқаттарды игеру процесі оқпанды мұнаймен жуғыштау, оқпанға ауа мен газ тоғыту, піспектеу, тартандау (орысшасы "тартание") (**тартандау** – желонка көмегімен ұңғыма оқпанынан жер бетіне сұйықтарды немесе олардың шлам аралас қойыртпағын шығару) әдістерін қолдану немесе осы әдістерді бір-бірімен ұштастыру арқылы жүргізіледі.

Газды ұңғымаларды игеру барысында газды оқпанға "шақырар" алдында оқпанды тазарту үшін ондағы сазды ерітінді сумен алмастырылады (қойнауқаттық қысым мөлшері күрт төмендеп кетуіне байланысты газ қопарылысының көрініс беру қаупі болмаған жағдайда). Осыдан кейін газды ұңғыма оқпанына бұрқақтық құбырлар тізбегі түсіріледі, енді газ осы құбырлар арқылы ұңғыма ернеуіне қарай жылжитын болады. Ұңғыма бұрқақтық құбырлар тізбегімен жабдықталмаған жағдайда ондай ұңғымаға "газ шақыру" процесі желонка көмегімен тартандау әдісін қолдану арқылы жүзеге асырылады. Тартандау процесі қойнауқаттық қысым мен оқпан қысымы арасында айырмашылық туындауы салдарынан оқпан қабырғасындағы сазды қабыршақтың бұзылуын қамтамасыз етеді де, осы бұзылыс орындары арқылы газ массалары қойнауқаттан ұңғыма оқпанына "шақырыла бастайды". Газдың оқпанға ене бастауы байқалған сәтте тартандау әрекеті күрт тоқтатылады да, оқпан қалдық сұйықтардан оларды атмосфераға үргілеу арқылы тазартылады.

Мұнай мен газ горизонттарынан өнім ала бастау алдындағы ең негізгі операциялардың бірі – игерім ұңғымасының оқпаны қабырғасын өнімді горизонт тұсынан аттыру болып табылады. Бұл операцияны "өнімді қойнауқатты (горизонтты) аршу" деп атайды. **Қойнауқатты аршу** (вскрытие пласта) дегеніміз бұрғылаудың ұтымды технологиясын қамтамасыз ету, қопарылыстарды болдырмау мақсатында "ұңғыманы теспелеу" және оны дұрыс игеру, ұңғыма оқпанына жапсарлас белдемдердің табиғи өтімділігін сақтау, мұнай мен газдың ұңғыма оқпанына ағып келуіне қолайлы жағдайлар туғызу, ұңғыма оқпанына жапсарлас өңірлердің беріктігі мен орнықтылығын қамтамасыз ету және жер қойнауын қорғау ережелерін қапысыз

орындау мақсаттарында жүзеге асырылатын іс-шаралар кешені. Өндірістің тиімділігін арттыруда "қойнауқатты аршу" процесін дұрыс ұйымдастырудың маңызы зор.

Қойнауқатты аршу процесіндегі ең негізгі міндеттердің бірі оқпан қабырғасын аттыру, яғни "ұңғыманы теспелеу" орнын дұрыс анықтау. **Ұңғыманы теспелеу** (перфорация скважины) дегеніміз бұрғылау ұңғымасы мен жинауыш қойнауқат арасында байланыстар болуын қамтамасыз ету мақсатында арнаулы құрылғылар көмегімен шегендеу тізбегінде тесіктер тесу шараларын жүзеге асыратын ұңғыма оқпанында жүргізілетін әрекет. Аталған тесіктер қойнауқатта шоғырланған флюидтерді өндіріп алу мақсатында тесіледі, сол сияқты олар қойнауқатқа немесе құбырсырттық кеңістікке су, газ, цемент, т.с.с. агенттерді сығымдап енгізу шараларын қамтамасыз етуге, кейде ұңғыма оқпанында тұтылып қалған бұрғылау тізбегінде сұйық айналымын қалпына келтіру мақсатында қолданылады. Ұңғыманы теспелеудің негізгі тәсілі "кумулятивтік теспелеу" (кумулятивная перфорация); "құмарынды теспелеу" (пескоструйная перфорация) және "оқтамалы теспелеу" (пулевая перфорация) сирегірек қолданылады. Әдетте шегендеу тізбегінің әрбір метрінде оншақты тесік тесіледі.

Ұңғыманы теспелеу орнын дұрыс белгілеу өндірістік геофизика материалдары мен тасбаған (керн) материалдарын жан-жақты зерттеу нәтижесінде анықталады. Осы материалдарды саралау нәтижесінде өнімді горизонттың тереңдігі, оның қалыңдығы, ұңғыма оқпаны қиып өткен қиманың мұнайға, газға, суға қанығу дәрежесі, аталған флюидтердің жапсарлары, кима горизонттарының орналасу реті анықталады. Осы параметрлерді анықтау нәтижесінде ұңғыманы теспелеу орнын дұрыс анықтау мәселелеріне азды-көпті тоқталып өтейік.

Ұңғыма оқпанының қимасында мұнайлы горизонт жоғарырақ, ал оның астыңғы жапсарында сулы горизонт орналасқан жағдайда теспелеу орнын су-мұнай жапсарынан шамамен 4-5 м-ге жоғарырақ белгілеген дұрыс. Мұның нәтижесінде игеру барысында мұнай астындағы су ұңғыма оқпанына соншалықты тез жете қоймайды, сондықтан көп мезгілге дейін игерім ұңғымасынан су араласпаған таза мұнай өнімдерін алуға қол жеткізіледі. Өнімді горизонт саз қабатшаларын кіріктіретін таужыныстардан құралған жағдайда және осы өнімді горизонттың астыңғы жапсарында сулы горизонт орналасқан жағдайда теспелеу орнын сазды қабатшаның жоғарғы жағынан 3-4 м-дей биіктіктен белгілеген дұрыс. Бұл жағдайда аталған саз қабатшасы мұнай астындағы судың теспелеу деңгейіне көтерілуіне

кедергі жасайды, сөйтіп игерім ұңғымасынан таза мұнай қорларын өндіруге септігін тигізеді. Өнімді горизонттың қалыңдығы біршама жоғары болған жағдайда және ол өтімділігі мен кеуектілігі жағынан біркелкі таужыныстардан құралған жағдайда қойнауқатты аршу деңгейін, яғни ұңғыманы теспелеу орнын сол горизонт қалыңдығының орта тұсынан белгілеген дұрыс. Өнімді горизонт қалыңдық көрсеткіші өзгермелі болып келетін, құм немесе саз аралас бірнеше қабатшалардан құралған жағдайда оның кимасы түгелдей аршылады, алайда ең төменгі теспелеу (аршу) деңгейі су-мұнай жапсарынан 4 м-дей жоғары болуы тиіс.

Өнімді горизонт өтімділігі нашарлау таужыныстардан құралып, одан алынатын өнім мөлшері де болымсыздау болған жағдайда ұңғыма оқпанын тұз қышқылы сияқты реагенттермен тоғыту арқылы өнім мөлшерін арттыруға болады. Қышқыл оқпан түбіне дейін айдалады да, кейінірек ол толығымен жуылып тасталады. Өтімділігі төмен қойнауқаттардың өнімділігін (дебитін) арттыру мақсатында кейде "сұйықпен жарғылау" (гидроразрыв) немесе "қойнауқатты гидравликалық жарғылау" (разрыв пласта гидравлический) әдісін қолданады. **Қойнауқатты гидравликалық жарғылау** немесе **сумен жарғылау** дегеніміз мұнай өндіру ұңғымасы оқпанына жапсарлас орналасқан өнімді қойнауқатты жасанды түрде жарғыштау арқылы, яғни мұнайлы қойнауқатта жарықтар мен жарықшақтар мөлшерін жасанды түрде молайту нәтижесінде ұңғыма дебитін арттыру әдісі; ұңғыма оқпанына өте жоғары қысыммен тұтқыр сұйықтар айдау арқылы жүзеге асырылады, мұның нәтижесінде ұңғыма оқпанына жапсарлас қойнауқаттарда жарықтар мен жарықшақтар қалыптасады немесе бұрыннан бар жарықшақтардың кени түсуі қамтамасыз етіледі.

Мұнайлы-газды қойнауқаттарды аршудың өзіндік ерешеліктері бар. Мұндай кешенді кенорындардан таза мұнай өнімдерін алу үшін аршу деңгейін газ-мұнай жапсарынан 6-10 м-дей төменірек орыналастырған дұрыс. Аршу деңгейі аталған жапсарға бұдан гөрі жақынырақ болған жағдайда оқпанға мұнайдың орнына газ массалары ағыла бастайды да, мұнай өнімі азайып, газ өнімі артатын болады.

Жоғарыда атап көрсеткеніміздей, ұңғыманы теспелеу соңғы кездерде көбінесе "кумуляттық тескіштер" (кумулятивные префраторы) көмегімен жүргізіледі. Бұл құрылғы қалған тектестеріне қарағанда ұтымдырақ, себебі ол шегендеу құбырын дұрыс та тиімді түрде теспелей отырып, оқпан мен қойнауқат аралығындағы байланыстың молдығын қамтамасыз етеді.

Бір ескеретін жайт, өнімді горизонттарды құрайтын таужыныстардың литологиялық құрамына, яғни олардың физикалық

қасиеттеріне қарай теспелеу жиілігі де өзгертіліп отырады. Өнімді горизонт біршама босаң таужыныстардан құралған жағдайда ұңғыма оқпанының әрбір метрінде 4-тен 6-ға дейін тесіктер тесілсе жеткілікті. Тесіктердің саны бұдан көп болған жағдайда оқпан жақтауындағы босаң таужыныстар опырыла құлауы, осының салдарынан қалыптасқан таужыныс түйірлері оқпан түбін бітемелеп, өнім алуға кесел келтіруі мүмкін. Өнімді қойнауқат біршама берік таужыныстардан тұрған жағдайда тесіктер санын арттыруға болады, мұндайда оқпан қимасының әрбір метрінде 10-12 тесіктен жасауға болады. Тоғыту ұңғымаларында, яғни қойнауқаттық қысымды тұрақты түрде жоғары деңгейде сақтау мақсатында ұңғыма оқпанына су айдалатын ұңғымалар қабырғасының әрбір метрінде 100-ден 120-ға дейін тесіктер жасауға болады. Мұндай мысал Әзербайжан мемлекетінің мұнай кенорындарын игеруде біршама жиі ұшырасады. Алайда Қазақстан аумағындағы кенорындарды игеру барысында ең жиі қолданылатын теспелеу саны – әрбір метрге 10-12 тесік аралығында.

Қорыта айтқанда, ұңғыма оқпанындағы шегендеу тізбегін теспелеу мәселесі өнімді қойнауқаттың литологиялық құрамына, физикалық жағдайына, қалыңдығына, мұнаймен жапсарлас сулардың арындылық дәрежесіне, мұнай өндірудің таңдалып алынған технологиясына байланысты әрбір жағдайда нақтылы шешіліп отырады. Бұл мәселені қалайша шешу қажеттілігін кәсіпшілік геологтарының өздері анықтауы тиіс.

8.3. Мұнай мен газ ұңғымаларын игеру технологиясының кейбір өзекті мәселелері

Жалпы алғанда, мұнай немесе газ жатындарынан өнім алу процесі алдын-ала жасалған нақтылы жоспарға сәйкес жүргізіледі. Бұл жоспарға сәйкес, ең алдымен ұңғыма оқпанының тереңдігі өлшенеді және оқпан түбінің тазалығы тексеріледі. Ұңғыманы игеру барысында одан көтерілген мұнайдың, газдың, қойнауқаттық сулардың сынамалары алынып, зертханалық зерттеулерге жіберіледі.

Өнімді қойнауқаттың табиғи сипаттамалырына (қойнауқаттық қысым мөлшері, жатын режимі, таужыныстардың беріктігі немесе босандығы, таужыныс түйірлерін дәнекерлейтін табиғи цемент құрамы, т.с.с.) байланысты өнімді ұңғыма оқпанына шақырудың бірнеше әдістері бар. Мысалы, қойнауқаттық қысымы жоғары өнімді горизонт байырғы бұрғылау ерітіндісін қолдану (әдетте сазды ерітінді) арқылы аршылған жағдайда осы ұңғымаға қойнауқаттан өнім шақыру процесінің тиімділігін арттыру мақсатында әдетте аталған бұрғылау

ерітіндісі дереу жай ғана сумен алмастырылады. Қойнауқаттық қысым гидростатикалық қысым мөлшерінен төмінірек көрсеткішпен сипатталған жағдайда горизонттан оқпанға мұнай шақыру процесін жандандыру үшін жуғыштау сұйығы жеңіл мұнаймен, газбен немесе байырғы ауамен алмастырылады. Көп жағдайда қойнауқаттан өнім шақыру процесінің тиімділігін арттыру мақсатында ұңғыма оқпаны ішіндегі жуғыштау сұйығының деңгейі төмендетіледі, осылайша оқпанға өнімнің келу қарқыны арттырылады.

Ұңғыманы бұрғылау барысында немесе оқпан бұрғыланып болып, одан өнім шақыру барысында мұнай бұрқағының кенеттен атылуы, сөйтіп ұңғыманың апатқа ұшырау мысалдары да ұшырасады. Мұндай апаттар өндіріске үлкен кесел келтіріп, кәсіпшілікті айтарлықтай шығынға ұшыратады. Мұндай апаттардың негізгі себептері – бұрғылау оқпаны түбінің кенеттен ғаламат жоғары қойнауқаттық қысымдар деңгейіне ұшырасуы немесе оқпан жақтауларында бос кеңістіктер кездесуі салдарынан жуғыштау сұйығының сол кеңістіктерге тоғытылып жұтылып кетуі, осылайша оның байырғы сақталуы тиіс деңгейінің күрт төмендеуі болып табылады. Сондықтан да ұңғыманы бұрғылау барысында немесе оны игеруге дайындау барысында бүкіл кәсіпшілік қызметкерлері өте мұқият болуға, өздерінің бүкіл іс-әрекеттерін аталған апатты жағдайларды болдырмауға бағыштауға міндетті. Бұл орайда әсіресе кәсіпшілік геологтарының біліктілігі мен іскерлігі шешуші рөл атқарады, себебі апатты жағдайлар болуы мүмкін деңгейлерді тап басу, сөйтіп мұндай кездейсоқ жайттардың алдын алу солардың кәсіби міндеті.

Газ ұңғымаларын игеру ісі де жалпы алғанда мұнай ұңғымаларын игеру тәртібіне сәйкес жүргізіледі. Газ бұрқақтарын дұрыс меңгеру үшін оның алғаш шапшу уақытын алдын-ала болжау, бұрғылау режимін дұрыс сақтау, сөйтіп бүкіл игерім жұмыстарын нақтылы жобаға сәйкес жүргізуге айрықша мән беру маңызды рөл атқарады.

8.4. Мұнай, газ, жерасты суы дебиттерін өлшеу және өндірілген өнімді есепке алу

Ұңғыманы игеру процесін үнемі қадағалап отыру және одан алынған өнім мөлшерін дәйім өлшеп отыру шаралары мұнайлы-газды горизонттарды өнеркәсіптік бағалау, ұңғыманың ең ұтымды жұмыс режимін тағайындау, игеру шараларын сараптау, мұнай мен газ өнімін жоспарлау, мұнай мен газ қорын есептеу сияқты кәсіпшілік үшін өте маңызды мәселелерді табысты шешудің бірден-бір шарты болып табылады. Мұнайдың, газдың және судың дебиті әрбір ұңғыма үшін жеке-дара және жүйелі де дәйекті түрде есептеліп тұруы тиіс. Бұл

өлшемдер барысында жерасты сұйықтары құрамындағы құмның пайыздық мөлшері және мұнайға судың араласу мөлшері де анықталып отыруы тиіс.

Игерім ұңғымаларынан алынған жерасты сұйықтарының өнімін есептеу әрбір ұңғымада орнатылған арнаулы механикалық есептеуіш (счетчик) көмегімен жүргізіледі немесе ұңғымадан нақтылы уақыт аралығында алынған өнімді қорқоймаға (резервуарға) бағыттай отырып, осы уақыт ішінде сол қорқоймаға құйылып үлгерген өнім мөлшерін анықтау арқылы жүзеге асырылады. Соңғы жағдайда әуелі игерім ұңғымасының бір сағаттағы дебит мөлшері есептеліп, осы мөлшер ұңғыманың бір тәулік ішіндегі нақтылы жұмыс істеу уақытына (сағатына) көбейтіледі, сөйтіп ұңғыманың тәуліктік дебиті анықталады. Алайда бұлайша алынған нәтиже ұңғыма ұдайы бір қалыпты жұмыс істегенде ғана шындыққа сәйкеседі, сондықтан ұңғыманың жұмыс режимі тәулік ішінде айтарлықтай өзгеріске ұшыраған жағдайда дебит өлшеу жұмысы қосымша жүргізіліп, ортақ нәтиже есептеліп шығарады.

Әрбір игерім ұңғымасы бойынша анықталған дебит мөлшерлерін жиынтықтау арқылы кәсіпшіліктің тәуліктік мұнай дебиті анықталады және бұл көрсеткіш арнаулы кітапшаға үнемі тіркеліп отырады. Тәуліктік жазбалар негізінде кәсіпшіліктің айлық дебитінің көрсеткіштері анықталады. Ұңғыманың айлық көрсеткіштері жазылған құжатта алынған мұнайдың тығыздығы және судың ащылығы, сол сияқты газдық фактор жайлы мәліметтер де көрсетіледі.

Кәсіпшілік геологтары мұқият қадағалап отыруы тиіс тағы бір мәселе – ұңғымадан мұнай аралас су тамшыларының алғаш көріну сәтін мүлт жібермеу. Себебі бұл мәлімет мұнайлылық шектемесін (контур нефтеносности) анықтауға қажетті және игерім горизонтының сумен тоғытыла бастауын көрсететін бірден-бір мәлімет болып табылады. Судың мұнайда пайда бола бастауын уақтылы тіркеу мақсатында әдетте Дин мен Старк аспабы (приборы) деп аталатын арнаулы аспап қолданылады, игерім ұңғымасының ернеуіне орнатылатын бұл аспап мұнай құрамында су мөлшерін дәйім тіркеп отырады. Мұнайдағы су мөлшерін анықтаудың кәсіпшіліктерде жиі қолданылатын тағы бір өте қарапайым тәсілі бар. Ол үшін ұңғыма ернеуінен алынған мұнай нақтылы ыдысқа құйылып алынады да белгілі бір мерзімге тұндырылып қойылады. Нақтылы уақыт өткеннен кейін ыдыстың түбіне іркілген су массасының (су мұнайдан ауыр болғандықтан ол ыдыс түбіне "тұнады") ыдыстағы бүкіл сұйық мөлшеріне қатынасын өлшеу арқылы мұнайдағы судың пайыздық мөлшері анықталады.

Жоғары дебитті мұнай массасымен бірге алынатын газ мөлшерін, сол сияқты таза газ өндірілетін ұңғымалардан алынған газ дебитін өлшеу мақсатында арнаулы есептеуіш аспаптар қолданылады. Өзге ұңғымалардан алынатын газ мөлшерін анықтау үшін "шайбалы өлшеуіш" (шайбный измеритель) немесе "Пито түтікшесі" қолданылады. Өндіріліп жатқан газ мөлшерін анықтау шараларын арнаулы автоматтандырылған аспаптар (мәселен, "өздігінен жазатын шығынметр") көмегімен тәулік бойы тіркеп отыру тиімді.

Қорыта айтқанда, жер қойнауынан игерім ұңғымалары көмегімен көтерілген флюидтердің дебитін ұдайы анықтап, оның мөлшерін арнаулы кітапшаға тіркеп отыру мәселесіне айырықша мән берілуі тиіс. Тағы бір ескеретін жайт, тәуліктік дебит мөлшері жазылып отыратын арнаулы кітапшада өзге де бірқатар техника-технологиялық көрсеткіштер тіркелетіндігі, олар: өнімді қойнауқаттың ұңғыма оқпанындағы аршылу деңгейлері, осы деңгейдің әрбір метріне шаққандағы шегендеу тізбегіндегі тесіктер саны, онда орнатылған сүзгіштердің конструкциясы, олардың орналасғырылу тереңдігі, шегендеу тізбегінің диаметрі, сорап көрсеткіштері, т.с.с. Дебит мөлшерлері мен техника-технологиялық мәліметтер игерім ұңғымаларын сипаттайтын негізгі көрсеткіштер болғандықтан олардың шындыққа сәйкестігі мен нақтылығын қамтамасыз ету кәсіпорындағы инженер-геологтардың негізгі міндеттерінің бірі болып табылады.

8.5. Мұнай ұңғымаларын зерттеу

Мұнай ұңғымасын зерттеу жұмыстары маңызды рөл атқарады, себебі оның нәтижелері игерім ұңғымасы жұмысының технологиялық режимін қалыптастыруға және қойнауқат өтімділігінің мөлшерін анықтауға септігін тигізеді. Ұңғымаға ағып келген мұнай мөлшерін анықтау сол сұйық дебитін мұқият өлшеу арқылы жүзеге асырылады, ал бұл өлшемдерді жүргізу үшін арнаулы сымдылықтар (емкости) қажет. Ұңғыма оқпанының әртүрлі тығындардан, ал сүзгілердің оларға кептеліп қалған ұсақ түйір-тозандардан таза болуын қадағалап отыру да өте маңызды.

Зерттеуге тағайындалған кезекті ұңғыманың жұмысы тоқтатылады да, оны сипаттайтын үш түрлі көрсеткіш анықталады. Олар: ұңғыма оқпанының тереңдігі, статикалық (немесе динамикалық) деңгей және су-мұнай жапсары. Сұйықтың (және газдың) дебиті және осы дебитті қамтамасыз ететін қысым мөлшері екеуі бірге (бір уақытта) өлшенуі тиіс, алайда бұл өлшем уақыты кезекті режим ауысымынан кейінгі сұйық ағымы тұрақты қалыпқа келгеннен кейін жүргізілуі тиіс. Алынған мәліметтерді дұрыс та сенімді түрде дәйектеу

(интерпретациялау) үшін, сол сияқты игерім ұнғымасының технологиялық режимін дұрыс жобалау мақсатында әрбір жекелеген ұнғыма бойынша алынған деректерді ғана мұқият саралаумен шектелмей, сол мұнайлы қойнауқаттан өнім алуға белгіленген өзге де ұнғымалардың өндірістік жағдайлары, яғни зерттелмек ұнғыманың қоршауындағы жұмыс істеп тұрған өзге де ұнғымалардың бір-біріне дәйектілік әсері ескерілуі тиіс.

Кәсіпшіліктердің іс-тәжірибесінде игерім ұнғымаларын зерттеудің екі негізгі әдісі қолданылады, олар "ұнғыма оқпанындағы сұйық деңгейін немесе қойнауқаттық қысым өзгерісін қадағалау әдісі" (метод прослеживания уровня и давления) және "сынамалық сорғылау немесе тұрақты қалыпқа келгеннен кейінгі алымдар әдісі" (метод пробных откачек или установившихся отборов) деп аталады.

Мұнай ұнғымасын зерттеудің ХХ ғасырдың 30-шы жылдарында В.П.Яковлев деген ғалым ұсынған **ұнғыма оқпанындағы сұйық деңгейін немесе қойнауқаттық қысым өзгерісін қадағалау әдісі** мынадай іс-әрекеттерді қажет етеді. Ұнғымадан сұйық алымдарын алу немесе керісінше, оған сұйықтарды (суды) құю арқылы оқпандағы сұйық деңгейін жасанды түрде жоғарылатады болмаса төмендетеді, сөйтіп ондағы тепе-теңдікті бұзады. Осыдан кейін белгілі бір уақыт бойына оқпандағы сұйық деңгейінің қайтадан табиғи қалпына келу барысын қадағалай отырып, кесімді уақыт аралығында осы өзгеріс деңгейлерін мезгіл-мезгіл белгілеп отырады. Ұнғыма оқпанындағы қойнауқаттық қысым өзгерісін қадағалау да осы ретпен жүргізіледі, тек қана бұл жағдайда сұйықтың деңгейі емес, қысымның өзгерісі белгіленіп алынады. Мысалы, ұнғыма оқпанындағы сұйықтың деңгейін әуелі 50 м-ге төмендетіп алдық деп есептейік. Осыдан кейін ұнғыма кесімді мерзімге (мысалы, екі сағатқа) тоқтатылып, деңгейді қайтадан өлшеген жағдайда ол 10 м-ге көтерілгендігін анықтадық делік. Осылайша анықталған оқпандағы сұйық деңгейінің өзгерістері ұнғыманы зерттеудің негізін құрайды. Сұйық деңгейінің екі сағат ішінде 10 м-ге көтерілуі оқпан қысымының ($P_{ок.}$) шамамен 1 атм.-ға көтерілуіне сәйкес келеді деп алынып, арнаулы график тұрғызылады. Алайда бұл әдіс көмегімен бұрқақты ұнғымаларды және оқпаннан көтерілетін газ мөлшері біршама жоғары ұнғымаларды (10-20 м³/т) зерттеуге болмайды, бұл аталған әдістің айтарлықтай кемшілігі болып табылады.

Мұнай ұнғымаларын зерттеудің **сынамалық сорғылау немесе тұрақты қалыпқа келгеннен кейінгі алымдар әдісі** қойнауқаттан алынған сұйық алымдарының бірте-бірте өзгеру сипатын зерттеуге (ұнғыманы игеру режимінің өзгеруіне байланысты) және сұйықтардың дебиті мен оқпан қысымын (әрбір жаңа режим жағдайында сұйық

ағымы тұрақты қалыпқа келгеннен кейінгі) өлшеуге негізделген. Осылайша алынған бірнеше көрсеткіштер негізінде дебит пен оқпан қысымы арасындағы байланысты анықтау, сөйтіп "ағым теңдеуін" (уравнение притока) құрастыру мүмкіндіктері туады.

Бұл әдістің айтарлықтай артықшылықтары бар, себебі ол: ұңғыманы игеру жұмыстарын тоқтатпай-ақ мұнай, су және газ өнімдерін жеке-жеке есепке алуға, олардың әрбіреуі үшін ағым теңдеуін құрастыруға мүмкіндік береді; бүкіл ұңғымаларды олардың игерілу тәсіліне және бөліп шығаратын газ мөлшеріне тәуелсіз түрде зерттеу мүмкіндігі жүзеге асады; ұңғымалар кейінірек қандай режимде жұмыс істейтін болса, сондай режим жағдайында зерттеулер жүргізуге мүмкіндік туады.

Алайда бұл әдістің ең басты артықшылықтарының бірі – оның көмегімен бұрқақты мұнай ұңғымаларын да зерттеуге болатындығы. Бұрқақты ұңғымаларға қойылатын штуцерлердің диаметрін өзгерту арқылы игерудің ең ұтымды технологиялық режимін анықтауға болады. Мұның нәтижесінде арнаулы график тұрғызылады, сөйтіп штуцер диаметрі мен алынатын өнім арасындағы байланыс анықталады. Тек қана осылайша зерттелетін ұңғымалар мұнайы мол, ал суы мен газы азырақ ұңғымалар болғаны дұрыс.

Жалпы алғанда, ұңғымаларды зерттеу нәтижесі өнімді қойнауқаттан ұңғыма оқпанына құйылатын сұйық (газ) мөлшерінің графигі түрінде кескінделеді. Бұл графикте координаттар осінің абцисса осінде (көлденең бағытта) тәуліктік өнім (дебит) белгіленеді де ($m^3/тәулік$ өлшемімен), ордината осінде (тік бағытта) сұйықтың (газдың) динамикалық деңгейіндегі өзгерістер кескінделеді (m өлшемімен). Кей жағдайда динамикалық деңгей өзгерісі орнына қойнауқаттық қысым мен оқпан қысымы арасындағы айырмашылық өзгерістері, яғни қысым депрессиясы (ΔP) кескінделуі мүмкін. Ұңғыма дебитінің оқпан қысымындағы өзгерістерімен (қойнауқат депрессиясы мөлшерімен) арадағы байланысын кескіндейтін график *индикаторлық диаграмма* деп, ал ондағы қисық сызық *индикаторлық қисық сызық* деп аталады. Индикаторлық қисық сызықтың пішіні түрліше болуы ықтимал, бұл пішін негізінен қойнауқат режиміне, сұйықтың сүзбелену түріне, сол сұйықты қозғаушы күштің табиғатына, т.с.с. тәуелді.

Ұңғыманы зерттеп болғаннан кейін одан мұнай (газ) өндірудің нақтылы технологиялық режимі бекітіліп, арнаулы жобаға сәйкес мұнай, газ, су өнімдерін алу мөлшерлері белгіленеді. Бір ғана өнімді қойнауқаттан өнім алуға жұмылдырылған бүкіл ұңғымалар жиынтығы өздерінің құрылымдық құрамына қарай түрліше өнім беруі ықтимал. Мысалы, игерім ұңғымасының оқпанында өнімді қойнауқаттың жоғарғы

бөлігі аршылған жағдайда одан газ көбірек шығуы, төменгі жағы аршылған жағдайда су массаларының көбірек көрініс беруі, ал орта шені аршылған жағдайда таза мұнай өнімдері алынуы мүмкін. Екінші сөзбен айтқанда, игерім ұңғымасынан белгіленген жобаға сәйкес өнім алудың ең ұтымды жолдарын анықтау су-мұнай және газ-мұнай жапсарларын және қойнауқаттың аршылу деңгейлерін (шегендеу тізбегінің тесілу деңгейлерін) дұрыс анықтай білуге тікелей байланысты. Осы жайт мұнайшы-мамандардың қатерінде дәйім болуы тиіс.

Қорыта айтсақ, мұнай өндіру ісіне қатысты геологтар мен технологтар төменде келтірілген мәселелерге мұқият көңіл бөлуге міндетті:

1) игерім ұңғымаларынан алынатын өнімді мұқият зерттеу нәтижесінде оларды өндірудің ең ұтымды және ең тиімді жолдарын анықтайды;

2) өндірудің технологиялық режимдерін нақтылап, бекітуге дайындайды;

3) ұңғымалардың өндіру графигін тұрғызады, олардан өндірілетін мұнайдың, газдың, судың оқпан қимасындағы деңгейлерінің өзгеріс табиғатын зерттейді;

4) ұңғымаларды уақтылы жөндеу жұмыстарын алдын-ала жоспарлайды;

5) өндірілетін мұнайдың физика-химиялық сипаттарын анықтайды;

6) су-мұнай және газ-мұнай жапсарларының алғашқы деңгейлерін және олардың өндіру барысында жылжу мүмкіндіктерін ескере отырып, өндіру процесінің белгілеген технологияға сай жүргізілуін қамтамасыз етеді;

7) әрбір ұңғыманың жұмыс ерекшеліктерін ескере отырып, қойнауқаттан алынатын өнім мөлшерінің өндірістік жобаға (проект разработки) сәйкестігін қадағалайды, өнімге тұрақты талдау жасау және оны жоспарлау шараларын жүзеге асырады.

8.6. Арнаулы ұңғымаларды зерттеу

Өнімді қойнауқаттың мұнай-газ қорларын ұтымды игеріп, кенорынның мұнай беру коэффициентін арттыру мақсатында әртүрлі арнаулы ұңғымалар бұрғыланады және олардың көмегімен алынған мәліметтер жан-жақты сараланып зерттеледі. Мұнай-газ өнеркәсібіндегі мұндай арнаулы ұңғымалар қатарына жататындар пьезометрлік ұңғыма, бақылау, бағалау және тоғыту ұңғымалары.

Пьезометрлік ұңғыма – мұнай жатынының нақтылы бөлігіндегі қойнауқаттық қысым өзгерісін бақылап отыру мақсатында арнайы жасакталатын бұрғылау ұңғымасы. Мұндай ұңғыма әдетте жатын шектемесінің (контурының) сырт жағында орналастырылады. Пьезометрлік ұңғымалар мұнай жатынынан өнімнің алынуына байланысты осы ұңғыма оқпанындағы судың статикалық немесе

динамикалық деңгейлерінің өзгерістерін бақылап отыру, ал оқпан қысымының деңгейін көтеру мақсатында оған әдейілеп су айдалған жағдайда, осы тоғытылған судың өнімді қойнауқатқа тигізер өзіндік әсерін анықтау мақсаттарын көздейді. Мұндай ұңғымадан алынған мәліметтер мұнайлы қойнауқаттағы қойнауқаттық қысымның таралу сипатын зерттеу, игерім алаңшасына тиесілі қойнауқаттардағы сұйықтардың серпінділік қасиеттерін анықтау сияқты мәселелерді шешуге де көмектеседі. Пьезометрлік ұңғымаларды ұдайы бақылап отыру шаралары кенорындағы қойнауқаттардың шектеусырттық өңірлерде бір-бірімен байланыс мүмкіндіктері жайлы ой түйуге жағдай жасайды, бұл ұңғымалардың тоғыту ұңғымаларымен арасындағы байланыстарды нақтылауға да көмектеседі.

Пьезометрлік ұңғымалардағы сұйық деңгейінің өзгерістерін толассыз бақылап отыру мақсатында ұңғыма ернеуінің үстіңгі жағына "пъезограф" деп аталатын арнаулы аспап орнатылады.

Кейбір жағдайларда арнаулы пьезометрлік ұңғыма бұрғыланбайды, бұл жағдайда осындай ұңғыма ретінде бұрынырақ игерім ұңғымасы рөлін атқарған, алайда кенорынды толассыз игеру нәтижесінде мұнайлылық шектемесінен тыс қалған, қазіргі кезде шектеулік сумен өзінен өзі тоғытылған бұрынғы барлау ұңғымалары пайдаланылады. Пьезометрлік ұңғымалар арнайы бұрғылана қалған жағдайда оларды бұрғылау орны көбінесе игеріліп жатқан мұнай жатыны шектемесінің (контурының) сырт өңірінде белгіленеді. Алайда бұл тапжылмайтын шарт емес: кейбір жағдайларда пьезометрлік ұңғыма мұнайлылық шектемесінің (контурының) ішкі өңірінде де бұрғылануы мүмкін, мұндай шешімнің қабылдануы кенорынның өзіндік геологиялық ерекшеліктерінен туындайды.

Қадағалау ұңғымалары (контрольные скважины) жатынның мұнайлы бөлігіндегі қойнауқаттық қысым өзгерістерін бақылап отыру, қойнауқат параметрлерін анықтау, су-мұнай жапсарының жылжу динамикасын қадағалау және шектеулік су қозғалысы жылдамдықтарын анықтап отыру мақсаттарында бұрғыланады. Бақылау ұңғымаларындағы су-мұнай жапсарының орналасу деңгейін анықтау электрлік және радиоактивтік каротаждар көмегімен жүзеге асырылады.

Бақылау ұңғымасы оқпанындағы су-мұнай жапсарының деңгейін анықтаудың тағы бір қарапайым тәсілі бар, бұл тәсіл кейбір өндірістік жағдайлармен байланысты кәсіпшіліктерде қолданылып тұрады. Ұңғыма оқпанының түбіне сораптық-компрессорлық құбыр түсіріледі де соның көмегімен бүкіл оқпан бойын мұнаймен толық тоғытады. Осыдан кейін ұңғыма жұмысы белгілі бір уақытқа тоқтатылады. Осы кідіріс барысында қойнауқаттық су ұңғыма оқпанына өзінен-өзі құйылатын болады және оның құйылу процесі қойнауқаттағы су-мұнай жапсарының табиғи деңгейіне жеткенге дейін толастамайды. Судың оқпанға құйылу процесі тамамдалды-ау деген мезгілде оқпандағы су мен мұнай жапсарласуының табиғи деңгейі анықталады. Бұл деңгей тереңдігі "Яковлев аппараты" деп

аталатын арнаулы құрылғыға байланған сым арқылы оқпанға түсірілген арнайы қалтқы көмегімен өлшенеді. Арнайы қалтқының салмағы мұнайдан ауырырақ, бірақ судан жеңілірек болуы "Яковлев аппараты" көмегімен су-мұнай жапсарының орналасу тереңдігін анықтаудың бірден-бір шарты болып табылады.

Бақылау ұңғымаларының жұмысын оның оқпанындағы қойнауқаттық қысым мөлшерін "тереңдік монOMETPі" деп аталатын арнаулы аспап көмегімен өлшеп тұру мақсатында айына бір рет немесе тоқсанда (кварталда) бір рет тоқтату ұсынылады. Мұндай ұңғымалардың саны игерім алаңшасындағы бүкіл жұмыс істеп тұрған ұңғымалар қорының 8-10%-ын құрауы тиіс. Бақылау ұңғымалары ретінде өнімді қойнауқат созылымына бойлас және көлденең бағыттарда бір-бірінен бірдейге жақын қашықтықтарда орналасқан ең үздік деген игерім ұңғымалары таңдалып алынады. Қойнауқаттық қысым мөлшерін арттыру мақсатында игерім алаңшасында арнаулы тоғыту ұңғымалары белгіленген жағдайда бақылау ұңғымалары осы тоғыту ұңғымалары мен игерім ұңғымаларының аралығында орналасуы тиіс, бұл су-мұнай жапсарының қозғалыс қарқынын дәлірек бақылап отыруға көмектеседі.

Бағалау ұңғымалары (скважины оценочные) қойнауқаттағы мұнай қорын есептеу мақсатында бұрғыланады. Бұл ұңғымалар оқпанынан өнімді қойнауқатты сипаттайтын таужыныс тасбағандары (керн) алынады, осы тасбағандарды зерттеу мұнай қорының параметрлерін анықтауға қажетті мәліметтер алуға көмектеседі.

Тоғыту ұңғымалары (скважины нагнетательные) қойнауқаттық қысымды тұрақты сақтау әдісі ретінде мұнай жатынының шектеусырттық белдеміне су (газ) айдау немесе мұнай өндірудің бейілкі әдісі (вторичный метод добычи нефти) ретінде мұнайлы ауқымның ішкі жүйесіне су айдау мақсатында қолданылатын бұрғылау ұңғымаларының атауы. Мұндай ұңғымалар көмегімен жатынға су айдау немесе арнаулы реагенттер айдау нәтижесінде өнімді қойнауқатты ұзақ уақыттар бойына игеру нәтижесінде сылбырланып қалған қойнауқаттық қысым мөлшері жасанды түрде арттырылады, сөйтіп кенорынның мұнай беру коэффициенті айтарлықтай жоғарылайтын болады.

Тарау бойынша бақылау сұрақтары

1. *«Қойнауқатты ариу» дегеніміз қандай-қандай іс-шараларды қамтамасыз етуді қажет етеді?*

2. *Өнімді қойнауқатты тиімді түрде ариу процесінде жүзгіштау сұйығының атқаратын ролін сипаттап беріңіз. Бұл тұрғыдан алғанда, жүзгіштау сұйығына (сазды ерітіндіге) қойылатын талаптар қандай?*

3. «Ұңғыма оқпанының түбін дұрыс жабдықтау» деген түсінік қандай іс-шараларды біріктіреді?
4. Қойнауқатты аршу тереңдігін анықтау және оқпан түбін жабдықтау шараларының өзіндік ерекшеліктері мен орындалу технологияларын сипаттаңыз.
5. «Стрейнер» дегеніміз не, ол қандай мақсатта қолданылады?
6. Жер қойнауындағы мұнай немесе газ массаларын «ұңғыма оқпанына шақыру» мақсатында қандай әдіс-тәсілдер қолданылады?
7. «Піспектеу» («свабтау») және «тартандау» (орысшасы – «тартание») деп аталатын іс-шаралардың мазмұнын ашып беріңіз.
8. «Ұңғыманы теспелеу» (перфорация скважины) дегеніміз не, теспелеудің қандай-қандай түрлері болады?
9. Ұңғыманы теспелеу орнын анықтау қандай мәліметтерге негізделеді? Ұңғымаларды теспелеу жиілігі қандай аралықтарда болуы тиіс?
10. Мұнай-газ ұңғымаларын табысты игеру технологиясының қандай-қандай өзекті мәселелерін білесіз?
11. Бұрғылау ерітіндісін сумен алмастыру, жуғыштау сұйығын мұнаймен, газбен, ауамен алмастыру, жуғыштау сұйығының деңгейін төмендету шаралары қандай мақсатта жүзеге асырылады?
12. Мұнай немесе газ бұрқақтарын болдырмау немесе оларды ұтымды меңгеру үшін не істеу қажет?
13. Игерім ұңғымаларынан алынған жерасты суларының өнімін есептеу ненің көмегімен және қалайша жүргізіледі?
14. Ұңғымадан мұнайы аралас су тамшыларының алғаш көріну сәтін мұлт жібермеу не үшін қажет?
15. «Шайбалы өлшеуіш» және «Пито түтікішесі» қандай мақсатта қолданылады?
16. Игерім ұңғымаларын зерттеудің «ұңғыма оқпанындағы сұйық деңгейін немесе қойнауқаттық қысым өзгерісін қадағалау әдісін» сипаттап беріңіз.
17. Игерім ұңғымаларын зерттеудің «сынамалық сорғылау немесе тұрақты қалыпқа келгеннен кейінгі алымдар әдісін» сипаттап беріңіз.
18. Мұнай өндіру ісінде кәсіпшілік геологтары мен технологтары айырықша көңіл бөлуі тиіс жеті түрлі талаптарды санамалап беріңіз.
19. Пьезометрлік ұңғымалар қандай мақсаттарда бұрғыланады? Мұндай ұңғымалар әдетте мұнай жатынының ауқымы тұрғысынан алғанда қалайша орналастырылады?
20. Қадағалау ұңғымалары қандай мақсатта бұрғыланады, оларда өлшемдер жүргізу ережелері қандай? «Тереңдік монOMETPі» дегеніміз не?
21. Бағалау ұңғымалары мен тоғыту ұңғымаларының бұрғылану мақсаттарын түсіндіріңіз.

9. МҰНАЙ ӨНДІРУДІҢ НЕГІЗГІ ӘДІСТЕРІ

9.1. Мұнай қорын игеру әдістері

Жер қойнауындағы мұнай қорларын игеру мақсатында оны өндіріп алуға деген тұмса талпыныс алғаш мұнай білінімдері жер бетінен табылған сәттен басталған болса керек. Жер бетіндегі мұнай білінімдерін тұрмыс қажеттілігіне жарату, әсіресе оны тері ауруларын емдейтін дәрі-дәрмек ретінде пайдалану мысалдары бағзы заманнан-ақ белгілі. Ал мұнайдың тамаша отын екендігін білгеннен кейін оны неғұрлым молырақ өндіруге деген талпыныс бұрынғыдан да үдей түскендігі даусыз. Жер бетіне жақын орналасқан шағын-шағын мұнай кендерін қолда бар мүмкіншіліктерді пайдаланып өндіріп алу жұмыстары әсіресе Шығыс елдерінде (мәселен, Қытай) ерте заманнан басталған. Әрине ол замандағы мұнай өндіру әдістері өте қарапайым болғандығы түсінікті. Мұнай өндірудің осындай қарапайым әдістері Каспий теңізінің Кавказ жағалауларында X ғасырдан бастап қолданыла бастағандығы тарихтан мәлім. Ресейдің алғашқы мұнай зауыты Ухта өзенінің бойында (Печера өлкесі) 1745 жылы салынған. Сол XVIII ғасырдың бас шенінде Баку төңірегіндегі мұнай кәсіпшіліктері жұмыс істей бастаған. Алайда жер қойнауының біршама терең деңгейлерінде орналасқан мұнай жатындарын игеру мақсатында бұрғылау ұңғымаларын пайдалану әдісі тіпті бергі заманда – XIX ғасырдың екінші жартысында ғана қолданыла бастады. Алғашқы мұнай ұңғымасы Ресейде 1848 жылы, ал Америка Құрама Штаттарында 1859 жылы бұрғылана бастады. Бұрғылау нәтижесінде аршылған жерасты мұнай көзінен мұнай бұрқағының атқылауы алғаш рет Баку қаласының маңындағы Балақана деген жерде 1873 жылы көрініс берді. Қазақ жеріндегі алғашқы мұнай бұрқағы 1899 жылы Каспий маңы ойысының Жем (Ембі) өңіріндегі Қарашүнгіл деген жерде алынғандығы белгілі. Осыған орай, қазақ мұнайының 100 жылдық мерекесі 1999 жылы Атырау қаласында салтантпен аталып өтілді. Жер астынан бұрғылау ұңғымасы көмегімен мұнай өндірудің бұрқақатар атылғанға дейінгі азын-аулақ тәжірибесі негізінен әртүрлі шағын тереңдіктердегі мұнай қорын ұңғыма окпанына түсірілетін тереңдік сораптары көмегімен өндіруге негізделген болатын. Бұл әдіс күні бүгінге дейін табысты түрде қолданылып келе жатқан әдістердің бірі. Осы орайда алғашқы тереңдік сорабын 1865 жылы орыс инженері Ижецкий ойлап тапқандығын ескерте кету орынды.

Тереңдіктерден мұнай өндіру жұмысы үлкен білімді, мол тәжірибені және ұланғайыр еңбекті қажет ететін аса күрделі процесс.

Мұнай қорын игеруді бастағанға дейін талай-талай көлемді жұмыстар тындырылады. Бұлардың ішіндегі ең негізгісі және ең күрделісі, әрине, мұнай ұңғымаларын бұрғылау жұмыстары. Мұнай ұңғымалары бұрғыланып болып, осы ұңғымалар бұрғыланған аймақ қойнауларында мұнай қоры бар екендігі белгілі болғаннан кейінгі кезеңде тындырылатын іс-шаралар кешені, жалпы алғанда, ұңғымалардан алынған мәліметтерді жан-жақты саралау жұмыстарымен орайласады. Бұл жұмыстарды жүзеге асыру нәтижесінде ұңғыма оқпандары аршыған таужыныстар қимасының барша сипаттары, жер қойнауында мұнай, газ және қойнауқаттық су горизонттары орналасуының табиғи заңдылықтары мен олардың физика-химиялық қасиеттері, мұнай (газ) жатындарының энергетикалық сипаттары, мұнай немесе газ режимдері, өндіріліп алынуы тиіс мұнай-газ өнімдерінің дебиті, қойнауқаттық қысымдардың ұңғыма оқпанына және оның ернеуіне тигізер әсері, т.с.с. маңызды-маңызды өндірістік мәселелер мұқият зерттеліп, біржақты анықталады. Тек осыдан кейін ғана мұнай-газ қорларын өндіру жұмыстары басталады.

Жаңадан ашылған немесе бұрыннан игеріліп жатқан кенорыннан өнім алу үшін мұнай жатындары қорын өндірудің әртүрлі әдістері қолданылады. ***Мұнай жатындары қорын өндіру әдістері*** дегеніміз мұнайлы нысандарды игеру барысында мұнайды өнімді қойнауқаттан ығыстырып шығару үшін қолданылатын әдістер жиынтығы. Бұл әдістер ірі-ірі екі топқа жіктеледі, олардың біріншісі – "энергияның табиғи түрлерін пайдалану әдістері" (жатындардың әртүрлі табиғи режимдері жағдайында қолданылатын әдістер), ал екіншісі – "жатынға жасанды түрде әсер ету әдістері". Жаңадан ашылып, игерілуге тапсырылған мұнай-газ кенорындарының қорын өндіру әдетте энергияның табиғи түрлерін пайдалану әдістері көмегімен жүзеге асырылады. Бұл жұмыстар негізінен үш түрлі өндіру әдістерін қолдануға негізделген, олар "бұрқақтық әдіс", "компрессорлық әдіс" және "тереңдік сорабы әдісі" деп аталады. Кенорынның өнімін өндіріп алуға табиғи энергия көздері жеткіліксіз болған жағдайда, яғни ұзақ уақыттар бойына өндірілуіне байланысты мұнай жатынының ішкі энергиясы оны жер бетіне көтеруге жеткіліксіз болған жағдайда мұнай қорын игерудің "жатынға жасанды түрде әсер ету әдістері" қолданыла бастайды. Бұл әдістер тобына жататындар: "сумен тоғыту әдісі" (тұрақты түрде немесе мезгіл-мезгіл тоғыту әдісі; байырғы сумен тоғыту, немесе әртүрлі химиялық реагенттер ерітіндісі қосылған сумен тоғыту); "жылуфизикалық әсер ету әдістері" (ыстық сумен, бумен тоғыту); "термохимиялық әсер ету әдістері" (қойнауқатты жандыру,

сұйық фазалы тотықтыру түрлерін пайдалану); "араластыра ығыстыру әдістері" (қойнауқатты жоғары қысымды газбен, еріткіштермен, қаныққан газдармен, т.с.с. тоғыту).

Енді жоғарыда сөз болған әдістерге жеке-жеке тоқталып өтейік.

9.2. Мұнай өндірудің бұрқактық әдісі

Көптеген жағдайда жанадан ашылған, сондықтан да қойнауқаттық қысым мөлшері мұнай массасын жоғары көтеруге жеткілікті кенорындарды игерудің алғашқы кезеңінде мұнай бұрқактық әдіс көмегімен өндіріледі. Бұл кезеңде мұнайлы қойнауқаттың қысымы жоғары болғандықтан мұнай өнімі де (дебиті де) көтеріңкі болып келеді. Мұнай ұңғымасынан өнім алудың бұрқактық әдісін пайдаланудың ұзақтығы жатын режимін, қойнауқаттық қысымды және жатындағы газ массасын тиімді тәсілдермен барынша үнемдеп пайдалануға байланысты. Егер мұнай жатынының режимі мейлінше тиімді, мұнайдың құбыр ішіндегі статикалық деңгейі барынша биік орналасқан, қойнауқаттық су қысымы мұнай массасын жоғары көтеруге ұдайы жеткілікті дәрежеде болған жағдайда мұнай жатынының негізгі қорын бұрқактық әдіс көмегімен барынша толық игеруге болады. Біздің Қазақстанда тек қана осы бұрқактық әдіс көмегімен өндірілетін мұнай өндіру алаңшалары жиі кездеседі, мұндай жағдай кенорын орналасуының табиғи-геологиялық ерекшеліктерінен туындайды.

Кенорыннан өнім алу процесін сол кенорындағы табиғи ішкі энергияны пайдалана отырып бұрқактық әдіс көмегімен ұдайы жалғастыра беру мүмкін емес, ерте ме кеш пе ондағы ішкі энергия сарқыла бастайды, сөйтіп бұрқактың қарқыны бірте-бірте кеміп барып мүлдем тоқтайтын сәт те келіп жетеді. Міне, осы сәттен бастап мұнай бұрқағын қамтамасыз етудің қосымша тәсілдері қолданыла бастауы тиіс. Мұнай бұрқағын жандандыра түсудің бірден-бір тәсілі ұңғыма оқпанына жоғарыдан түсірілетін қысым мөлшерін азайту. Мұндай іс-шаралар екі бағытта жүргізіледі, олар – ұңғыма оқпанына жіберілетін жуғыштау сұйығының меншікті салмағын азайту және бұрғылау тізбегіндегі жуғыштау сұйығының деңгейін төмендету яғни ортайту.

Жуғыштау сұйығының меншікті салмағын азайту, яғни оқпанға жіберілетін сұйық салмағын жеңілдету шараларының мазмұны бұрынырақ қолданылып келген біршама ауыр сұйықтарды олардың жеңілірек баламаларымен алмастыру шараларына саяды. Мысалы, бұрын қолданылған меншікті салмағы шамамен $1,26 \text{ г/см}^3$ сазды ерітінді меншікті салмағы $1,0 \text{ г/см}^3$ -ге сәйкес келетін байырғы сумен

алмастырылады. Осы әрекеттен кейін де ұңғыма бұрқақ бермеген жағдайда су мұнаймен алмастырылатын болады. Міне, осылайша өнімді бұрқақтық әдіспен өндіру мерзімін шама келгенше ұзартуға тырысады.

Жоғарыда сөз болған сұйықтарды бір-бірімен алмастыру үшін шегендеу тізбегінің (құбырының) ішкі өңіріне өте жіңішке сораптық-компрессорлық құбырша жіберіледі де, сол арқылы алдын-ала дайындалған салмағы жеңіл сұйық арнаулы сорап көмегімен ұңғыма оқпанына сығымдалып айдалады. Осылайша үлкен қысыммен айдалған жеңіл сұйық бұрғылау тізбегіндегі бұрынғы ауырлау сұйықты одан ығыстырып шығаратын болады, сөйтіп екі сұйық бір-бірін толығымен алмастырады.

Егер бұл іс-шаралардың нәтижесінде де ұңғыма бұрқақ бермесе, онда "свабтау" (піспектеу) немесе ұңғыма оқпанына ауа массаларын айдау шаралары жүзеге асырылады. **Свабтау (піспектеу)** дегеніміз ұңғыма оқпанындағы жуғыштау сұйығының деңгейін төмендету арқылы өнім шығымын арттыру тәсілдерінің бірі, бұл тәсіл мұнай ұңғымаларын, су ұңғымаларын, тоғыту ұңғымаларын игеру үшін пайдаланылады. Свабтау (піспектеу) принципі мынадай іс-шараларға негізделген. Кері қақпақ орнатылған сваб (піспек) ауырлатылған штангасы және тығыздаушы манжетімен бірге ұңғыманың сораптық-компрессорлық құбырына түсіріледі. Піспекті (свабты) түсірерде кері қақпақ ашық тұрады, бұл піспектің сұйыққа еркін батуына мүмкіндік береді. Піспекті көтергенде қақпақ жабылып қалады да піспек үстіндегі сұйық көтеріле ығысып, жоғары шығарылады. Свабтау (піспектеу) арқылы ұңғымадағы жуғыштау сұйығының деңгейі төмендейді, бұл жайт ұңғыма оқпаны түбіндегі қысымның да төмендеуіне мүмкіндік береді. Мұның нәтижесінде ұңғымаға өнімнің молырақ мөлшері келіп құйылатын болады, осылайша оның шығымын (дебитін) арттыруға, сөйтіп өнімді тиімді игеруге мүмкіндік туады.

Мұнайды бұрқақтық әдіспен игеру тек қана жоғарыда келтірілген жұмыстар кешенін жүзеге асырумен шектелмейді. Бұрқақтық мұнай өндіру әдісін мүмкіндігінше ұзағырақ пайдалану үшін ұңғыма оқпанына жіберілетін бұрқақтық-копрессорлық құбырдың диаметрі мен ұзындығы да нақтылы есептеулерге сәйкес таңдалып алынуы тиіс. Екінші сөзбен айтқанда, мұнай өнімін жоғарылату үшін аталған құбыр аузына бекітілетін штуцердің диаметрі, мұнаймен аралас газдарды сол мұнайдан айыратын траптар, т.с.с. қажетті құрылғылар әдейі технологиялық зерттеулер мен техникалық есептеулер нәтижесінде таңдалып алынуы қажет.

Мұнайды бұрқақтық әдіс көмегімен шегендеу құбырының өзі арқылы да өндіруге болады. Алайда бұл жағдайда мұнай бұрқағының атқылау ұзақтығы әдетте қысқа болып келеді, себебі кенді қойнауқаттағы газ өте тез шығып кетеді де, оның пайдалы "жұмыс істеу" уақыты азаяды. Мұның нәтижесінде өнімді горизонттағы мұнай массасының айтарлықтай қоры жер қойнауларында қалып қояды. Шегендеу құбырының ішіне арнаулы бұрқақтық-компрессорлық құбырлардың түсірілуі, мұнайды осы соңғы құбырлар арқылы бұрқақтатуға тырысу себебіміз осы жайтпен түсіндіріледі. Бұрқақтық-компрессорлық құбырлардың диаметрі әдетте 1,5-4 дюйм аралығында болып келеді.

Бұрқақтық құбыр диаметрі төмендегі формула көмегімен есептеліп шығарылады:

$$d=Q_m \cdot G\phi / (P_o - P_e) \cdot V, \quad (9.1)$$

мұндағы: d – бұрқақтық құбыр диаметрі; Q_m – ұңғыманың тәуліктік өнімі, $m^3/m\ddot{a}y.$; $G\phi$ – газдық фактор, m^3/M^3 ; P_o және P_e – оқпан түбіндегі және оқпан ернеуіндегі қысымдар мөлшері, $атм.$; V – сұйықтың бұрқақтық құбырдан өту жылдамдығы, $m/сек.$ (әдетте 5-7 $m/сек.$).

Өндірістік тәжірибеге сәйкес, бұрқақтық құбыр өнімді қойнауқат пен оқпандағы аттырылған тесіктер аралығына түсіріледі. Мұның нәтижесінде, біріншіден, ұңғыма оқпанының түбіне құм массалары жинақталмайды, екіншіден, мұнайда еріген газ қарқынды түрде ерімейді де, өзімен бірге мұнайды ілестіре көтеріледі, сөйтіп пайдалы жұмыс істейтін болады.

Штуцерді қысқаша келген сом темірден жасайды да, ортасын режимге сәйкес теседі, сөйтіп ұңғыма ернеуіндегі мұнай көтерілетін құбырдың үстіне орнатады. Штуцерге келіп жеткен мұнай трапка барып құйылады. **Тран** дегеніміз цилиндр пішінді біршама қомақты металдан істелген ыдыс. Траптың диаметрі үлкен болғандықтан оған құйылған газ аралас мұнайдың қозғалысы азды-көпті баяулайды, бұл жайт мұнай газының одан бөлініп шығуына, сөйтіп сол мұнай массасының жоғарғы жағына жинақталуына мүмкіндік береді; мұнай осы қос фазалы массаның төменгі жағына жинақталады. Траптың жоғарғы жағына жинақталған газ құбыр арқылы арнаулы ыдыстарға кетеді де, төмендегі мұнай астыңғы құбыр арқылы қорқоймаға құйылады. Осы қорқоймаға келіп түскен мұнай әлсін-әлісін өлшеніп отырады, сөйтіп тәуліктік мұнай өнімінің мөлшері анықталады.

9.3. Мұнай өндірудің компрессорлық әдісі

Мұнайды бұрқақтық әдіспен өндіру нәтижесінде оның бүкіл қорын өндіріп алу мүмкін емес, себебі осылайша өндіру барысында қойнауқаттық қысым мөлшері бірте-бірте азая береді де, мұнай бұрқағының мүлдем тоқтайтын сәті де келіп жетеді. Бұл жайт мұнай өндіру процесі тоқтатылуы тиіс деген сөз емес, себебі өнімді қойнауқатта қалып қойған мұнай массасы әлі де болса мол болуы мүмкін. Міне, осы жағдайда мұнай өндірудің компрессорлық әдісі іске қосылады. Бұл әдістің мән-мағынасы игерім ұңғымасының оқпанына түсірілген бұрқақтық-копрессорлық құбырдың төменгі жағына үлкен қысыммен ауа немесе газ массаларын айдау, сөйтіп мұнай массасын осылайша жоғары көтеру шараларымен орайласады. Ауа немесе газ жер қойнауына арнаулы компрессор арқылы айдалады, сондықтан мұнай өндірудің бұл әдісін "компрессорлық әдіс" деп атайды. Компрессорлық әдіс алғаш рет 1877 жылы Баку мұнай өндірісінде В.Г.Шухов деген маманның ұсынысы нәтижесінде қолданылған болатын, содан бері бұл әдіс бұрқақтық әдістің табиғи жалғасы ретінде ұдайы қолданылып келеді.

Мұнай өндірудің компрессорлық әдісінің негізгі ерекшеліктері мыналар: а) бұл әдіс көмегімен бұрқақтық әдістен кейін жер қойнауында қалып қойған мұнай қорының біршама мол мөлшерін (көлемі шамамен 1000 м^3 -ге дейін) өндіріп алуға болады; ә) аталған әдіспен газбен аралас мұнайларды да өндіре беруге болады; б) бұл әдіс көмегімен мұнай өндіруге қажетті құрылғылар мен жабдықтар пайдалануға қолайлы болып келеді.

Мұнай өндірудің компрессорлық әдісіне сәйкес, жоғары қысыммен ұңғымаға айдалған ауа (газ) мұнай көтеретін құбыр мұнаймен араласып, оны жеңілдетеді. Екінші сөзбен айтқанда, жер қойнауындағы мұнай массасын ауамен (газбен) араластыру арқылы бұл қоспаның меншікті салмағы айтарлықтай азаяды. Осыған байланысты қойнауқаттық сұйық деңгейі бірте-бірте артады да, ол құбыр бойымен жоғары көтерілетін болады. Осылайша жоғары ығыстырылып шығарылған сұйықтың көлемі ұңғыма оқпанына айдалған ауа (газ) көлеміне шамамен тең болуы тиіс. Алайда өнімнің қарқындылық дәрежесі сол өнім көтерілетін құбырдың диаметріне және мұнайдың тұтқырлығына байланысты; мұнай неғұрлым тұтқыр (қою) болса, оның жоғары көтерілу қарқыны төменірек болатындығы түсінікті. Сондықтан да мұнай көтерілетін құбырдың диаметрі, өзге де өндіруге байланысты параметрлер өндірілетін мұнайдың физикалық ерекшеліктеріне орай жүргізілген арнаулы зерттеулер нәтижесінде

таңдалып алынуы және өндіріске кесел келтіретін жағдайларды болдырмау шаралары жүзеге асырылуы тиіс.

9.4. Мұнай өндірудің тереңдік сорабы әдісі

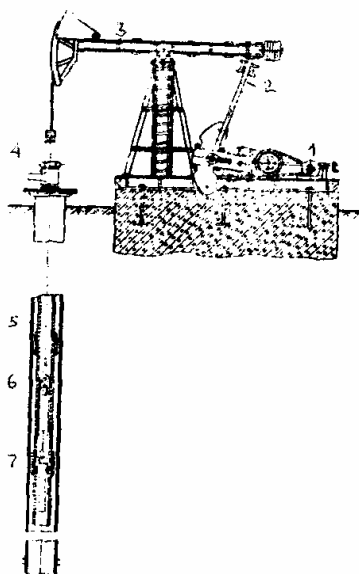
Бұл әдіс те қойнауқаттық қысым мөлшері азайып, өзге әдістер көмегімен өнімді горизонттан мұнай алу мәселесі қиындай түскен кезден бастап қолданылады. Мұнай өндірудің бұл әдісін 1865 жылы орыс инженері И.И.Иваницкий ұсынған болатын. Оның ұсынысына сәйкес, ұңғыма оқпанына түсірілетін жіңішке құбырдың төменгі жағына орнатылатын "желонка" тереңдік сорабымен алмастырылуы тиіс. **Желонка** дегеніміз бұрғылау барысында сұйық пен үгілген таужыныс түйірлерін жер бетіне көтеріп алу мақсатында қолданылатын, яғни құбырдың құм түйірлерімен тығындалып қалуын болдырмайтын, сол сияқты ұңғыма оқпанына цемент ерітіндісін жеткізуге, ұңғыманы игеру барысында қойнауқаттық суларды сынамалау мақсатында сорғылауға мүмкіндік беретін цилиндр пішінді металл ыдыс. Байырғы желонка түбінде жайпақ немесе шұқырланған қақпағы бар, жоғары жағында арқанға бекітілген доғасы бар құбыр болып табылады. Іс-тәжірибеде желонкалардың поршеньді және пневматикалық түрлері қолданылады.

Мұнай өндіру кәсіпшіліктерінде "плунжерлі тереңдік сорабы" және "центрден тепкіш электр сорабы" деп аталатын сорап түрлері қолданылады. Ұңғыма оқпанының түбіне түсірілген плунжерлі тереңдік сорабы жер бетінде орнатылған тербелмелі станок қуатымен жұмыс істейді. Мұндай сорап көмегімен 3000-32000 м-ге дейінгі тереңдіктерден мұнай өндіруге болады. Центрден тепкіш электр сорабы көп сатылы қондырғы көмегімен жұмыс істейді. Бұл қондырғының жалпылама сұлбасы *9.1-суретте* көрсетілген.

Мұнай өндіру ісінде тереңдік сораптарын қолдану алғаш рет 1876 жылы Баку мұнай кәсіпшілігінде қолданыла бастады. Алайда ол кездерде қолданылған тереңдік сораптарының құрылысы мұнай өндірудің биік талаптарын қанағаттандыра алмады. Оқпанға түсірілген сораптардың құмығып қалуы немесе шектен тыс қажалуы нәтижесінде істен шығуы сияқты қолайсыз жағдайлар жиі ұшырасатын болды. Сондықтан олар XX ғасырдың алғашқы ширегінде Баку, Грозный мұнай кәсіпшіліктері сияқты өндіріс орталықтарында некен-саяқ қана қолданыс тапты.

Алайда бұл әдістің рөлі біршама жоғары болуы тиістілігін өмірдің өзі дәлелдеді. Қысым деңгейі төмендеген, сондықтан жер қойнауында қалып қойған мұнай қорларын өзге әдістер көмегімен

игеруге болмайтын жағдайларда сораптық әдісті қолдану тиімді нәтижелерге жетудің бірден-бір жолы екендігі белгілі болды. Бұл әдіс көмегімен мұнай өндіру процесі жабық цикл жағдайында өтетіндігі, сондықтан да оның көмегімен мұнайдың жеңіл және құнды түрбөлшектерін (компоненттерін) ешбір шығынсыз игеруге болатындығы бұл әдісті жаппай қолдануға деген талпынысты одан әрі күшейте түсті. Осының нәтижесінде ХХ ғасырдың екінші ширегінен бастап тереңдік сораптарының құрылысы мен жұмыс істеу принциптері айтарлықтай жетілдірілді, сөйтіп бұл әдіс мұнай өндірісінде кеңінен қолданыла бастады. Мәселен, 1923 жылы Баку мұнай кәсіпшілігінде тереңдік сораптары көмегімен мұнай өндіру әдісі тек қана сегіз ұңғымада жүргізілген болса, 1926 жылы бұл көрсеткіш екі мың ұңғымаға шейін көтерілді. Қазіргі таңда мұнай өндірісінде тереңдік сораптарының жетілдірілген түрлері қолданылады, сондықтан да тереңдік сораптары көмегімен мұнай өндіру әдісі кеңінен тараған және негізгі әдістердің бірінен саналады.



9.1-сурет. Мұнай өндіруде тереңдік сорабы әдісін қолдану сұлбасы

Шартты белгілер: 1 – электрқозғалтқыш; 2 – кривошипті-шатунды механизм;
3 – теңдестіргіш (балансир); 4 – ернеу сальнигі; 5 – поршень; 6 – тоғыту клапаны;
7 – сору клапаны

9.5. Мұнай өндірудің бейілкі әдістері

Жер қойнауларында шоғырланған мұнай қорларын тиімді түрде игеріп алу процесі асқан білімдарлық пен үлкен еңбекті қажет ететін өте күрделі процесс екендігі жоғарыда айтылды. Асылында табиғат өзі жаратқан мол байлығын адам баласының игілігіне жаратуға дегенде үлкен сараңдық танытатынға ұқсайды. Алғашқы сәтінде үлкен қысыммен аспанға атылған мұнай бұрқағы да жер қойнауында шоғырланған мұнай қорын жер бетіне түгел шығармайды, оның белгілі бір бөлігі ғана көп қиындықсыз жер бетіне көтеріледі де, қалған бөлігі жер астында қалып қояды. Мәселен, геологиялық тұрғыдан ең қолайлы режим болып табылатын суарынды режим жағдайында өндірілген мұнай қорының табиғи өндіру әдістері көмегімен ең тиімді өндірілді дегеннің өзінде тек 60-70 пайызы ғана алынады. Алайда мұндай біршама жоғары көрсеткіштер де жиі ұшыраспайды. Көп жағдайда мұнай өндірудің байырғы әдістері көмегімен өнімді қойнауқатта шоғырланған мұнай қорының бар болғаны 10-30 пайызын ғана жер бетіне шығарып алуға болады, яғни қосымша іс-әрекеттер жасалмаған жағдайда табиғи қордың 70-90 пайызы жер қойнауында қалып қояды. Мұнайды байырғы әдістер көмегімен игеру көрсеткіштерінің осыншама кең аралықтарда өзгеруі мұнай жатындары шоғырланған аймақтың геологиялық құрылыс ерекшеліктеріне, қойнауқаттық режимге, мұнай жинауыштары рөлін атқаратын таужыныстардың физикалық қасиеттеріне, мұнайдың өзінің физика-химиялық ерекшеліктеріне, т.с.с. көптеген табиғи жағдайларға тікелей байланысты.

Қазіргі таңда ашылып зерттелген бүкіл мұнай кенорындарының жалпылама қорын 100 пайыз игеріп алмай-ақ, сол қордың 60-70 пайызын өндіріп алуға қол жеткізген жағдайдың өзінде-ақ еліміздің есепке алынған "қара алтын" байлығы 2-2,5 есеге артқан болар еді.

Бір сөзбен айтқанда, орташа өндіріс көрсеткіштерінің біршама төмен дәрежемен сипатталуының арғы төркінінде жер қойнауындағы мұнай қорының ұзақ уақыттар бойы өндірілуіне байланысты біржолата сарқылып қалуы емес, қалдық қордың ұңғыма оқпанына келіп құйылу процесінің қойнауқаттық қысым мөлшері мүлдем азайып кетуіне байланысты өздігінен мүлдем тоқтап қалуы жатыр. Мұның нәтижесінде бұрын жұмыс істеп тұрған игерім ұңғымалары өз жұмысын тоқтататын болады. Мұнайдың ұңғыма оқпанына өздігінен құйылу процесі тоқтасымен осы игерім ұңғымасын пайдаланудан мүлдем шығарып, өзге кенорындарды іздеу немесе қосымша ұңғымалар бұрғылау астамшылық болған болар еді, себебі игеріліп жатқан мұнай қорының басым бөлігі әлі де болса жер қойнауында қалып қойды ғой. Осыған байланысты игерім ұңғымасының жұмысын шама келгенше ұзарту, сөйтіп қалдық қордың басым бөлігін

мүмкіндігінше өндіріп алуға тырысу мүддесі туындайды. Міне, осы жағдайда "мұнай өндірудің бейілкі әдістері" көмекке келетін болады.

Мұнай өндірудің бейілкі әдістері (вторичные методы добычи нефти) дегеніміз ұзақ уақыттар бойына өндірілуіне байланысты мұнайлы қойнауқаттағы мұнай мөлшері азды-көпті сарқылықыраған жағдайда оның мұнай беру мүмкіндігін жоғарылату мақсатында мұнай өндірудің соңғы сатыларында қойнауқатқа жасанды түрде әсер ету шараларымен сипатталатын әдістер жиынтығы. Бұл әдістердің мән-мағынасы өнімді қойнауқаттарға сырттан әсер ету арқылы ондағы мұнайды ұңғыма оқпанына ығыстырып шығару шараларына саяды. Бұл үшін кен қабаттарына үлкен қысыммен газ, ауа, немесе су массалары айдалады. Газ бен ауа мұнайдан жеңіл болғандықтан олар мұнайлы қойнауқаттың үстіңгі жағына айдала отырып, қосымша қысым туғызса, су массалары мұнайлы горизонттың төменгі немесе орталық бөлігіне айдалады. Мұның нәтижесінде өнімді қойнауқаттағы қысым мөлшері айтарлықтай артатын болады, сөйтіп мұнай ұңғыма оқпанына ығыстырылып шығарылады.

Газ, ауа немесе су массалары өнімді қойнауқатқа жанадан дайындалған ұңғыма арқылы немесе әдейі жабдықталған ескі ұңғыманы пайдалану нәтижесінде айдалады. Мұның нәтижесінде өнімді қойнауқаттағы қысым мөлшері айтарлықтай артып, мұнайдың қалдық қорының бір бөлігі ұңғыма оқпанына құйыла бастайды, осы мұнай тереңдік сораптары көмегімен жоғары көтеріледі. Осылайша табиғи энергиясы таусылған игерім ұңғымасынан қосымша мұнай өндіру шаралары жүзеге асатын болады.

Соңғы жылдары біздің елімізде мұнайлы қойнауқатқа газ (ауа) айдаудың екі түрлі әдіс-тәсілі қолданылып жүр, олар – қойнауқаттың жоғарғы бөлігіне газ (ауа) ендіру және қойнауқаттың жалпылама көлеміне газ (ауа) ендіру.

Мұнайлы қойнауқатқа газ (ауа) ендіру арқылы оның қысымын арттыру шараларын жүзеге асыру мүмкіндіктері мен қажеттілігі төмендегі жайттардан туындайды:

- жинауыш-қойнауқаттың өтімділік және кеуектілік көрсеткіштерінің бүкіл қойнауқат бойына біркелкі болуы, яғни қойнауқаттағы мұнай массасының қосымша қысым туындауына байланысты жаппай жоғары көтерілуіне жағдай жасалуы қажеттілігі;

- мұнайда еріген газ мөлшерінің төмен болуы;

- өнімді қойнауқаттың еңістену бұрышының 10° -тан кем болмауы;

- өнімді қойнауқат құрамында сазды қабатшалардың жиі ұшырасуына байланысты оған су айдау мүмкіншілігі шектеулі болуы;

- шектеусырттық сулардың арындылық дәрежесі төмен болуына байланысты қойнауқаттық режим көрсеткіштерінің де біршама төмен болуы;

- өнімді қойнауқатқа газ (ауа) ендіру процесі оған су айдауға болмайтын жағдайда ғана жүзеге асырылатындығы;
- мүмкін болған жағдайда өнімді қойнауқаттың астыңғы бөлігіне су, ал үстіңгі бөлігіне газ (ауа) айдау шараларын жүзеге асыруға болатындығы.

Жалпы алғанда, өнімді қойнауқатқа газ (ауа) айдау шаралары нақтылы жағдайларда ғана жүзеге асырылады және мұндай шаралар өнімді қойнауқат орналасуының геологиялық ерекшеліктерін ескере отырып жасақталған арнаулы нұсқауларға сәйкес жүргізіледі. Мәселен, қойнауқаттың өтімділігі біршама жоғары болған жағдайда және оның еңістену бұрышы 10° -тан жоғары болған жағдайда газ қойнауқаттың көтеріңкі бөлігіне айдалса, жинауыштың өтімділігі нашар да біркелкі емес және оның еңістену бұрышы 10° -тан төмен болған жағдайда газ қойнауқаттың бүкіл көлеміне айдалатын болады. Іс-тәжірибе нәтижелері көрсеткеніндей, табиғи қойнауқаттық қысымы сылбырланған өнімді горизонттарға газ (ауа) массаларын айдау арқылы мұнай беру коэффициентінің көрсеткішін 5 %-дан 25 %-ға дейін арттыруға болады.

Игерім ұңғымаларының табиғи жағдайда мұнай беру қарқыны оқпан түбінің құм-топырақпен тұтылуы, игерім құбырлары бойының мұнай құрамында ұшырасатын шайырлармен немесе парафинмен кептелуі нәтижесінде де күрт төмендеп кетуі ықтимал. Мұндай жағдайларда ұңғыма оқпаны құм-топырақтан аршылады, игерім құбырлары әртүрлі химиялық қосындылар көмегімен өңделіп тазартылады, осылайша мұнай өмірі қайтадан жаңғыртылады.

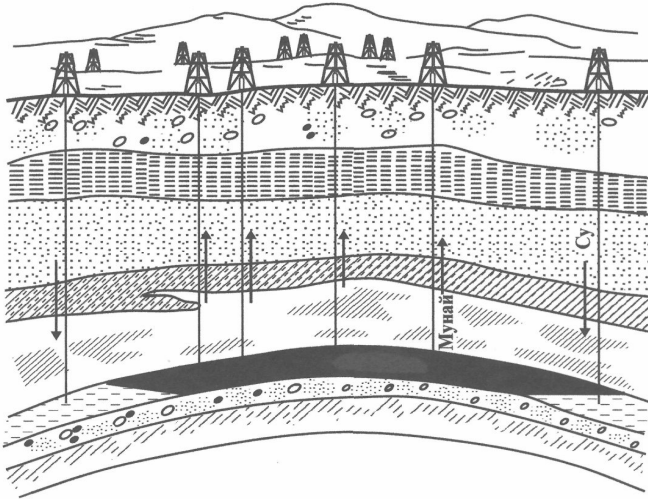
Кеуектері өте шағын, біршама тығыз да бірегей таужыныстарға шоғырланған мұнай массаларының шығымдылығын арттыру мақсатында қойнауқатты гидравликалық жарғыштау, ал мұнайы ауыр да тұтқыр (қою) қойнауқаттарға жылуфизикалық және термохимиялық әсер ету әдістері қолданылады. Мұнай өндірудің бейілкі әдістері мен жоғарыда сөз болған қосымша әдістері біздің республикамызда да кеңінен қолданылады, мұның өзі елімізге миллиондаған тонна қосымша мұнай алуға мүмкіндік беруде.

Енді мұнай өндірудің жоғарыда аталып өтілген бейілкі және қосымша әдістерінің ең бастыларын қысқаша ғана сипаттап өтелік.

Мұнайлы қойнауқатты сумен тоғыту – мұнай жатынын игеру барысында сол жатындағы қойнауқаттық қысым мөлшерін қалыпты сақтау, сөйтіп мұнайдың бұрғылау ұңғымасынан алыну кезеңін ұзарта отырып, неғұрлым көбірек мұнай өндіру мақсатында әдейі жасақталған тоғыту ұңғымасының оқпаны арқылы мұнайлы қойнауқатқа су айдау процесі. Мұнайлы қойнауқатты сумен тоғыту жасанды түрде және табиғи түрде жүзеге асырылуы мүмкін. Мұнайлы қойнауқатты жасанды түрде сумен тоғыту тәсілі жиірек қолданылады, бұл жағдайда су ұңғыма оқпанына жер бетінен айдалатын болады.

Су айдау нүктесінің орнына байланысты шектеусырттық, шектеуіштік және шектеужиекті сумен тоғыту тәсілдері белгілі. Жарым-жартылай игерілген, жинауыштарының өтімділік дәрежесі нашарлау және қалдық сулармен қанығу дәрежесі де төмен, сондықтан да алғашқы қойнауқаттық қысым мөлшері болымсыздана бастаған қойнауқат мұнайын өндіру қарқынын арттыру мақсатында әдетте ауқымды тоғыту (нақтылы аудан ауқымында бірнеше нүктелерден тоғыту) шаралары жүзеге асырылады. Табиғи тоғыту барысында мұнайлы қойнауқаттың үстінде және астында орналасқан сулы қойнауқаттар ұңғыманың шегендеу тізбегін теспелеу көмегімен игерілу нысанымен жалғастырылады, мұның өзі сулы қойнауқаттан бөлінген арынды су массаларының мұнайлы қабатты тоғытуына, сөйтіп ондағы мұнай қорының көбірек ысырылып шығуына қол жеткізеді. Бұл жағдайда сулы қойнауқаттардағы қысым мөлшері, яғни олардағы судың арындылық дәрежесі мұнайлы қойнауқаттың осы көрсеткішінен әлдеқайда артық болуы тиіс.

Мұнайлы қойнауқатты жасанды түрде сумен тоғыту тәсілін қолданудың принциптік сұлбасы 9.2-суретте көрсетілген.



9.2-сурет. Мұнайлы қойнауқатты жасанды түрде сумен тоғыту тәсілін қолданудың принциптік сұлбасы

Қойнауқатқа жылуфизикалық әсер ету әдістері – мұнайдың қозғалмалылығын жақсарту және кеуекті ортаның гидрофобиясын қамтамасыз ету, сөйтіп мұнай жатындарының мұнай беру

мүмкіндіктерін арттыру мақсатында сол қойнауқатты ыстық заттармен (бу, ыстық су) тоғыту арқылы одан мұнай массаларын ығыстырып шығару мүддесін көздейтін әдістер; негізінен саяз орналасқан, тұтқырлығы жоғары мұнай жатындарын игеруге, сол сияқты қойнауқаттық температурасы мен парафиннің кристалдана бастау температурасы шамалас болған жағдайда қолданған дұрыс.

Қойнауқатқа термохимиялық әсер ету әдістері – мұнайдың ең ауыр құрамбөліктерін жатын өңіріне тоғытылған тотықтырғыштар әсерімен жандыру арқылы сол қойнауқаттың ішкі өңірінде жылу туындату шараларына негізделген жатындағы термохимиялық белдемдердің жылжымалылығын қамтамасыз ету арқылы оның ауқымынан мұнай массаларын ығыстыру әдістері. Процестің технологиясына және тотықтырғыштың сипатына орай (газ түріндегі, азды-көпті су тамшыларын кіріктірген газ түріндегі, қышқыл ерітінділерді кіріктірген газ түріндегі т.с.с.) бұл әдістер бірнеше түрлерге бөлінеді, олар құрғақ қойнауқаттық жану, ылғалды жану, сұйықфазалы тотығу, термоқышқылдық әсер ету, т.с.с. деп аталады. Бұл әдістерді қолдану мүмкіндігі біршама мол, алайда оларды мұнайдың тұтқырлығы $>7-10$ мПа.С, 1500 м-ге дейінгі тереңдіктерде орналасқан, мұнаймен қанығу дәрежесі 50-60% жатындар үшін қолдану әсіресе тиімді.

Қойнауқатты гидравликалық жарғылау – мұнай өндіру ұңғымасы оқпанына жапсарлас орналасқан өнімді қойнауқатты жасанды түрде жарғыштау арқылы, яғни мұнайлы қойнауқатта жарықтар мен жарықшақтар мөлшерін жасанды түрде молайту нәтижесінде ұңғыма дебитін арттыру әдісі. Ұңғыма оқпанына өте жоғары қысыммен тұтқыр сұйықтар айдау нәтижесінде жүзеге асырылады, мұның нәтижесінде ұңғыма оқпанына жапсарлас қойнауқаттарда жарықтар мен жарықшақтар қалыптасады немесе бұрыннан бар жарықшақтардың кеңі түсуі қамтамасыз етіледі. Осылайша қалыптасқан жарықтар мен жарықшақтарды олардың өн бойына құмдарды немесе өзге де материалдарды нығыздай енгізу арқылы сақтап қалу шараларын жүзеге асыру мүмкіндігі туады. Бұл терминнің синонимі – "сұйықпен жарғылау".

Мұнай өндірудің жоғарыда сөз болған әдістеріне мүлдем ұқсамайтын тағы бір әдіс бар, ол – **мұнай өндірудің шахталық әдісі**. Бұл әдіске сәйкес, мұнай ұңғыма оқпаны көмегімен емес, өнімді қойнауқатты жоғарғы жағынан аршыған шахта көмегімен өндіріледі. Екінші сөзбен айтқанда, бұл әдіске сәйкес мұнай массалары қатты

пайдалы қазбаларды өндіруге қолданылатын жерасты тау-кен қазындылары көмегімен өндірілетін болады.

Мұнай өндірудің шахталық әдісі арнаулы жағдайларда ғана жүзеге асырылады, мұндай жағдайлардың бастылары: өнімді қойнауқаттың біршама саяз орналасуы (мұнайлы горизонт тереңдігі әдетте ондаған м-ден аспауы тиіс); мұнайының тұтқырлығы жоғары, яғни біршама қою болып келуі; мұнай құрамында еріген газ мөлшерінің төмен болуы, т.с.с. Қорыта айтқанда, бұл әдіс ұңғыма оқпаны көмегімен жерасты мұнайын жоғары көтеру процесі айтарлықтай қиындықтар туғызған жағдайда ғана қолданылады.

Шахталық әдіс көмегімен мұнай өндіру процесі жерасты сорғыту қазындыларын (дренажные выработки) жасақтауды қажет етеді, осы қазындыларға бірте-бірте ағып келуі нәтижесінде жинақталған мұнай арнаулы шахта көмегімен жер бетіне шығарылады. Әрбір шахталық кешен тік төмен қазылған екі оқпаннан тұрады, оның біріншісі (шахтаның негізгі оқпаны) сорғыту қазындыларына жинақталған мұнайды жоғары көтеру үшін жасақталатын болса, екіншісі (қосымша оқпан) жерасты қазындыларын желдету (вентеляция) мақсатында жасақталады. Бір қатты ескеретін жайт, мұнай өндірудің шахталық әдісін қолдану барысында нақ осы желдету мәселесіне айрықша көңіл бөлінетіндігі. Мәселен, мұнай шахтасына түсетін әрбір жұмысшыға тиесілі ауаның есепгі мөлшері көмір шахталарында ұсынылатын мөлшерден екі еседен астам артығырақ болуы тиіс. Мұнайды шахталық әдіспен өндіру барысында өрт қауіпсіздігі мен жалпылама қауіпсіздік техникасын сақтау ісіне айрықша көңіл бөлінуі тиіс.

Мұнай өндірудің шахталық әдісі Ресей Федерациясының Коми автономиялық республикасына қарасты Ухта өңіріндегі Ярег кенорнында қолданылды. Біздің елімізде мұнай өндірудің бұл әдісін қолдану жобасы Мақат мұнай кенорны бойынша жасқалған, алайда бұл жоба әзірге іске асырыла қойған жоқ. Аталған жобаның іске асырылмауының негізгі себептері бірнешеу, олар – мұнай өндірудің шахталық әдісінің қымбатқа түсетіндігі, бұл жұмысты жүзеге асырудың техникалық қиыншылықтар туғызатындығы және кенорын қойнауларында қалып қойған мұнай қорының айтарлықтай мол еместігі.

Тарау бойынша бақылау сұрақтары

1. Мұнай жатындарын игеруде «энергияның табиғи түрлерін пайдалану әдістерін» және «жатынға жасанды түрде әсер ету әдістерін» сипаттаңыз.

2. «Мұнай өндірудің бұрқақтық әдісін» сипаттап беріңіз. Бұл әдісті қолдану барысында қандай-қандай іс-шаралар жүзеге асырылады?

3. Ұңғыманы піспектеу (свабтау) немесе оқпанға ауа массаларын айдау қандай мақсатта жүргізіледі?

4. Бұрқақтық құбыр диаметрі қандай формула көмегімен анықталады?

5. «Мұнай өндірудің компрессорлық әдісін» сипаттап беріңіз. Бұл әдістің негізгі ерекшеліктері қандай?

6. «Мұнай өндірудің тереңдік сорабы» әдісін сипаттап беріңіз. Бұл әдісті қолдану барысында қандай механизмдер қолданылады?

7. «Желонка» дегеніміз не, ол не үшін қолданылады? Тереңдік сорабының қандай-қандай түрлері болады?

8. Мұнай өндірудің бейілкі әдістері (вторичные методы) қандай жағдайда қолданылады, мұндай әдістердің қандай-қандай түрлерін білесіз?

9. Мұнайлы горизонтқа газ немесе ауа айдау қажеттілігі қандай жағдайларда туындайды?

10. Мұнайлы горизонтты сумен тоғыту әдісін толығырақ сипаттаңыз. Сумен тоғыту ненің көмегімен және нендей өңірлерде жүргізіледі?

11. Өнімді қойнауқатты жасанды түрде және табиғи түрде сумен тоғыту шараларының айырмашылығы неде? «Ауқымды тоғыту» деген түсінік нені білдіреді?

12. Қойнауқатқа жылуфизикалық әсер ету, термохимиялық әсер ету, қойнауқатты гидравликалық жарғылау әдістерін жеке-жеке сипаттаңыз, сөйтіп бұл жұмыстардың мән-мағынасын түсіндіріп беріңіз.

10. МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ КЕНОРЫНДАРЫНЫҢ ҚОРЛАРЫН ЕСЕПТЕУ

10.1. Жалпылама түсініктер

Мұнай мен газдың жер қойнауларында шоғырланған қорын есептеп шығару мәселесінің маңыздылығы айта қаларлықтай. Қорды есептеу бұған шейін жүргізілген бүкіл іс-шаралардың – ұланғайыр еңбек пен қаржыны қажет ететін барлау жұмыстары мен күрделі геология-геофизикалық зерттеулер мен өзге де алуан түрлі зерттеу-бақылау жұмыстарының – өзіндік қорытындысы десе де болғандай.

Қорды есептеу нәтижелері барлау жұмыстарының ең ұтымды деген әдіс-тәсілдерін таңдап алудың және өндірілуі тиіс мұнай мен газдың жылдық жоспарын белгілеудің негізі болып табылады. Сол сияқты осы есептелген қордың мөлшеріне қарай кенорынды игеруге, игерілген өнімді жинақтауға және тасымалдауға, өндірістік және әлеуметтік ғимараттар тұрғызуға, т.с.с. өте күрделі де маңызды іс-шараларды жүзеге асыруға тиесілі қаражат мөлшері анықталады.

Мұнай мен газ қорларын есептеу әдістері бұрынғы КСРО көлемінде XX ғасырдың 20-шы жылдарынан бастап жүзеге асырыла бастады. Алғашқы кезеңдерде бұл жұмыс кенорынның жер қойнауында орналасу ерекшеліктері тұрғысынан жүйеленіп, қордың мөлшерін анықтау шаралары болжамалы түрде ғана жүзеге асырылды. Бұл жұмыстарды пәрменді де бағдарлы түрде жүзеге асыру шаралары бұрынғы Кеңес үкіметінің мұнайшы-ғалымдары И.М.Губкиннің, Д.В.Биливиннің, М.А.Ждановтың, т.б. ғалым-геологтардың есімдерімен тығыз байланысты. Мұнай және газ кенорындарының қорларын есептеу мәселесіне әсіресе көбірек көңіл бөлген, сөйтіп қорды есептеу әдістерін өнімді қойнауқаттардың жер қойнауында орналасу ерекшеліктерімен және мұнай мен газдың физика-химиялық құрам ерекшеліктерімен өзара байланыстыра отырып қарастырған М.А.Жданов болды. Оның осы мәселеге арналған ғылыми еңбектері көптеп саналады, бұл еңбектер қорды есептеу мәселесімен айналысатын өндірістік мекемелерде, ғылыми-зерттеу институттарында күні бүгінге дейін кеңінен пайдаланылып келеді.

Мұнай мен газ кенорындарының қорын есептеу мәселесіне арналған ғылыми және өндірістік жұмыстардың осылайша кең ауқымда зерттеліп талқылануы осы мәселенің бірізділігін қамтамасыз ететін нақтылы Ереженің жасақталуына мүмкіндік берді. Бұл Ереже "Мұнай және газ кенорындары бойынша қорлар жіктемесін қолдану

ережесі" (Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям нефти и газа") деп аталды. Қазіргі таңда мұнай мен газ кенорындарының қорын есептеу бүкіл өндірістік мекемелер тарапынан осы Ережеге сай жүргізіледі. Бұл орайда айырықша көңіл аударылуы тиіс мәселе мынау: есептелген қордың шындыққа сәйкестік дәрежесін арттыруда қорды есептеуге дейін жүргізілетін бүкіл ғылыми-өндірістік зерттеу кешенінің – ұңғыма оқпанының қимасын өндірістік-геофизикалық әдістер көмегімен тиянақты зерттеудің, өнімді қойнауқаттардың заттық құрамы мен физикалық қасиеттерін және мұнай мен газдың физикалық-химиялық ерекшеліктерін жан-жақты саралаудың, т.с.с. мейілінше сапалы түрде жүргізілуінің маңызы зор. Осы жұмыстар сапалы жүргізілгенде ғана жер қойнауының мұнай және газ жатындарын кіріктірген тереңдіктеріне тиесілі табиғи процестердің болмыс-бітімі мен динамикалық ерекшеліктері дұрыс болжанатын болады. Ал бұл өз кезегінде, мұнай мен газдың қорын есептеу мәселесінің тиімді де тиянақты түрде жүзеге асырылуының бірден-бір алғышарты болып есептеледі.

10.2. Мұнай (газ, конденсат) кенорындары қорларының түрлері

Мұнай (газ, конденсат) қорлары сол қорлар шоғырланған кенорынның зерттелу дәрежесіне, қордың өнеркәсіптік маңызына, өзге де сапалық көрсеткіштеріне байланысты бірнеше түрлерге бөлінеді. Бұлардың ішінде "кәделі қорлар", "тастанды қорлар", "өндірілмек қорлар" және "өндірілмейтін қорлар" деп аталатын қор түрлері өндіріс үшін мейілінше маңызды.

Кәделі қорлар (запасы балансовые) – өнеркәсіптік мұқабалылығы (кондициясы) мен игерудің тау-кен-техникалық жағдайы жағынан қойылатын талаптарға сай, өндіріліп алынуы қазіргі кездің өзінде экономикалық тұрғыдан тиімді болып есептелетін мұнай (газ, конденсат) қорлары. **Тастанды қорлар** (запасы забалансовые) – нақ қазіргі таңда өндіріліп алынуы түрлі себептерге байланысты (мұнайдың, газдың, конденсаттың сапасы төмен, игеру жағдайы өте күрделі, тұтыну аймағынан өте қашық орналасқан, т.б.) экономикалық тұрғыдан ұтымсыз, алайда болашақта өнеркәсіптік игеру нысаны ретінде қаралуы әбден ықтимал қорлар жиынтығы.

Кәделі қорлар, өз кезегінде, өндірілмек және өндірілмейтін қорларға жіктеледі.

Өндірілмек қорлар (запасы извлекаемые) – бүгінгі жетік техниканы және игерудің озық әдістерін толықтай, әрі барынша

ұтымды пайдалану арқылы өндіріп алуға болатын, осы өндіру нәтижелері экономикалық тұрғыдан ұтымды болатын қорлар жиынтығы. **Өндірілмейтін қорлар** (запасы неизвлекаемые) – игерудің бүгінгі әдістері көмегімен өндіріп алу мүмкіндігі толығымен шектеулі қорлар мөлшері. Мұнайдың (газдың, конденсаттың) өндірілмек қорлары кәделі қорлар мен өндірілмейтін қорлардың айырмасын құрайды:

$$Q_{он} = Q_{кэ} - Q_{ом} \quad (10.1)$$

мұндағы $Q_{он}$ – өндірілмек қорлар, $Q_{кэ}$ – кәделі қорлар, $Q_{ом}$ – өндірілмейтін қорлар. Өндірілмек қорлардың кәделі қорларға қатынасы ($Q_{он} : Q_{кэ}$) – "мұнай беру коэффициенті" (коэффициент нефтеотдачи) немесе "өндірілу коэффициенті" (коэффициент извлечения) деп аталады. Мұнай беру коэффициентінің, яғни өндірілу коэффициентінің мөлшерін шама келгенше өсіруге байланысты мәселелер – мұнай-газ өндірісіндегі ең көкейтесті істің бірі болып табылады. Сондықтан да бұл мәселе мұнай мен газ өндіруге қатысты көптеген өнеркәсіптік және ғылыми-зерттеу мекемелерінің әрдайым айырықша көңіл бөліп отыратын мәселесі.

Мұнай (газ, конденсат) қорларына байланысты іс-тәжірибеде жиі қолданылатын тағы да бірнеше түсініктер бар, соларды да атап өтелік.

Тұрлаулы қорлар (запасы активные) – мұнай мен газ кенорының (жатынының) игерілуге берілген немесе жақын жылдарда игерілуі тиіс қорлар. **Тұрлаусыз қорлар** (запасы пассивные) – кенорының, жатынның немесе олардың жеке-дара бөліктерінің кәделі қорына кіретін, бірақ белгілі бір себептермен (экономикалық, техникалық, т.б.) игерілуге жатпайтын, жақын жылдарда игерілуі де екіталай қорлар. **Қосалқы қорлар** (запасы вторичные) – жер қойнауынан өндірудің бейілкі әдістері көмегімен, негізінен игерім ұңғымасы оқпанын сумен тоғыту нәтижесінде өндіріліп алынатын мұнай мөлшері. Бұл жағдайда мұнай өндірудің бейілкі әдістерін қолданудың ұтымдылығы тәжірибе жүзінде дәлелденуі шарт. **Геологиялық қорлар** (запасы геологические) – мұнай (газ, конденсат) жатынының (кенорының) барлық категорияларға тиесілі кәделі және тастанды қорларының жиынтығы. **Қолданыстағы қорлар** (запасы оперативные) – қорлар жөніндегі мемлекеттік комиссияның талаптарына сай есептеліп шығарылған және өзге де құзіретті органдар тарапынан тексерістен өткен қорлар. Синонимі – **қабылданған қорлар** (запасы принятые). **Барланған қорлар** (запасы разведанные) – кенорын аумағында жүргізілген бұрғылаулар нәтижесінде есептеле отырып, кен қорларының А, В және С₁

категорияларының қосындысын құрайтын қорлар мөлшері. Бұл қорларға мұнай өндірудің бейілікті әдістері көмегімен алынған мұнай мөлшерлері де кіруі тиіс. **Өнеркәсіптік қорлар** (запасы промышленные) – құзіретті органдар тарапынан есепке алынған немесе қорлар жөніндегі мемлекеттік комиссия бекіткен, сөйтіп игеруге белгіленген жатынның (кенорынның, мұнайлы-газды ауданның, алаптың, провинцияның) А, В, С₁ категорияларына қарасты өндірілмек қорлар. **Күнделікті қорлар** (запасы текущие) – нақтылы сәтте анықталған, мұнай немесе газдың жалпы қорынан өндіріліп алынған мұнай (газ) мөлшерін шегергеннен кейінгі қалған қорларды белгілейтін түсінік; бұл түсінік қордың кез келген категориясына не тобына қатысты қолданыла беріледі. **Меншікті қорлар** (запасы удельные) – жекелеген жатын, құрылым, барланған бөлікше т.с.с. ауқымының 1 км² ауданына немесе жинауыш тауыныстардың 1 км³ көлеміне, сол сияқты бір ғана игерім ұңғымасына тиесілі мұнай, газ, конденсат, шартты жағармай қорлары. **Бекітілген қорлар** (запасы утвержденные) – Қорлар жөніндегі мемлекеттік комиссия бекіткен кәделі және тастанды қорлардың жиынтығы.

10.3. Қорлардың категориялары

Мұнай (газ, конденсат) кенорындарының кәделі қорлары, сол кенорындардың барлану және жатындарының зерттелу дәрежесіне қарай төрт категорияға жіктеледі, олар: А, В, С₁ және С₂ категориялары.

Қорлардың **А категориясы** – түбегейлі барланған, яғни жеткілікті дәрежеде ұңғымалар бұрғыланып, сол ұңғымалар мұнай мен газдың өнеркәсіптік ағымдарын берген және олардан алынған мәліметтер негізінде нақтылы шектемеленген (контурланған) бөлікше немесе аумақ ауқымында есептеліп шығарылған қорлар. Бір ескеретін жайт, газ кенорындарының А категориялы қорларын есептеп шығару үшін барлау ұңғымаларынан газдың тек өнеркәсіптік ағымдары алынуы жеткіліксіз; бұл жағдайда есептеліп шығарылған қорлар А категориясына жатқызылуы үшін газдың өнеркәсіптік ағымдары алынуымен қатар, есептеліп шығарылған қорлар тәжірибелік игеру (опытная эксплуатация) мәліметтеріне де сүйенуі тиіс.

Мұнайдың (газдың, конденсаттың) есептеліп шығарылған қорлары А категориясына жатқызылуы үшін кенорын мен ондағы кенге қатысты талай-талай мәліметтер мен параметрлер біржақты анықталуы тиіс. Барлау мәліметтерінің және алуан түрлі арнаулы

зерттеу жұмыстарының нәтижелері негізінде анықталып, қорды есептеу негізін құрайтын мәліметтер мен параметрлер мыналар: жинауыш таужыныстардың кенорын қимасында орналасу реті және осы жинауыш қойнауқаттардың өзге таужыныс қабаттарымен өзара астасу жағдайы; жинауыш қойнауқаттардың жинауыштық қабілетінің белгілі бір бағытта өзгеру сипаты; өнімді қойнауқаттардың мұнаймен (газбен, конденсатпен) қанығу дәрежесі; мұнай немесе газдың құрамына қатысты сапалық және сандық көрсеткіштері, заттық құрамға қатысты қорды есептеуге қажетті өзге де параметрлер; кенорынды игеру жағдайын анықтайтын басты-басты көрсеткіштер – қойнауқат режимі, ұңғымалардың өнімділігі, қойнауқаттық қысым мөлшері, жинауыш таужыныстардың өтімділігі, т.с.с.

Барланған қор А категориясына жатқызылуы үшін сол қорды есептеудің негізі ретіндегі мына мәліметтер түбегейлі анықталуы тиіс:

- әрбір өнімді қойнауқаттың кенорын қимасындағы орны (деңгейі) және оның игерім алаңшасы ауқымында, яки горизонталь бағытта бірқалыпты сақталу дәрежесі;

- өнімді қойнауқатты құрайтын таужыныстардың литологиялық құрамы, оның жалпылама және тиімді қалыңдықтары, қойнауқаттың жинауыштық қабілеті (ашық кеуектілігі, өтімділігі), мұнаймен не газбен қанығу дәрежесі және осы сипатының тік және көлбеу бағыттарда өзгеру ерекшелігі;

- мұнайдың, газдың, конденсаттың және қойнауқаттық сулардың кенорындағы әрбір өнімді қойнауқат бойынша жеке-жеке анықталған сапалық көрсеткіштері;

- өнімді қойнауқаттың гранулометрлік құрамы мен карбонаттылық дәрежесін ескере отырып анықталған оның үш түрлі параметрі – кеуектілігі, өтімділігі және меншікті электрлік кедергісінің төменгі шектік мөлшері.

Жоғарыда көрсетілген параметрлер кенорынды барлау жұмыстары барысында жинақталған мәліметтер нәтижесінде анықталады. Есептеліп шығарылған қорды А категорияға жатқызуға қажетті параметрлер толық жинақталуы үшін тек қана барлау мәліметтері жеткіліксіз. Мұндай мәліметтердің бір тобы кенорынды тәжірибелік игеру барысында, ал екіншілері – толықтай игеру барысында анықталады. Тәжірибелік игеру (опытная, или пробная эксплуатация) жұмыстарын жүргізу ұзақтығы мұнай кенорындары үшін 10-15 тәуліктен кем болмауы тиіс, ал газ кенорындары үшін 1-2 тәулік жеткілікті. Бір ғана шарт – аталған мерзім ішінде мұнай (газ) дебиті тұрақты түрде бірқалыпты сақталуы тиіс.

Тәжірибелік игеру негізінде анықталатын параметрлер мыналар: мұнай мен судың алғашқы және күнделікті дебиті, газдың алғашқы жұмысшы дебиті және абсолюттік дербес дебиті, сол сияқты газдағы конденсат пен гелийдің мөлшері; ұңғымалардың өнімділік коэффициенті; алғашқы қойнауқаттық қысымның, қанығу қысымының мөлшерлері; газдық фактор көрсеткіші және оның уақытқа байланысты өзгеріс сипаты.

Кенорын өнеркәсіптік игеруге тапсырылғаннан кейін де қордың А категориясын анықтауға қажетті бір топ параметрлер анықталады. Олар – мұнай, газ, судың айлық дебиттері, су-мұнай және газ-мұнай жапсарлары деңгейлерінің, мұнайлылық немесе газдылық шектемесінің (контурының), сол сияқты қойнауқаттық қысымның уақыт өткен сайын өзгеру динамикасы.

Кенорынды барлау, тәжірибелік және өнеркәсіптік игеру барысында ұдайы қадағаланып отыратын тағы бір маңызды мәселе – кенорынның гидрогеологиялық жағдайы. Кенорынның гидрогеологиялық жағдайы көп ретте сол кенорынға тиесілі жатын режимін анықтайды. Олай болса, газ-мұнай-су жапсарларының биіктік (тереңдік) деңгейлерін анықтау және осы деңгейлердегі өзгерістерді дәйім қадағалап отыру өте маңызды мәселе екендігі өзінен өзі түсінікті.

Газ кенорындарының А категориясына қарасты қорларын "қойнауқаттық қысымның төмендеуін ескеру әдісі" деп аталатын әдіс көмегімен есептеп шығару үшін бір топ қосымша деректерді анықтау қажеттілігі туындайды. Олар: өнімді қойнауқаттың тектоникалық және литологиялық құрылыс ерекшеліктері; өнімді қойнауқаттың қалыңдығы және оның өзгеру сипаты; газ-су жапсарының биіктік (тереңдік) деңгейі; газ жатынының дербестелу дәрежесі; газдың статикалық және қойнауқаттық қысымдары, оның қойнауқаттық температурасы; газға бұрғыланған ұңғымалар дебиті және оның уақыт өткен сайын өзгеру сипаты; газдың құрамы, оның құрамында конденсат болған жағдайда, сол конденсаттың мөлшері және құрамы; кенорынның гидрогеологиялық жағдайы және жатын режимі.

Жоғарыда сөз болған *қойнауқаттық қысымның төмендеуін ескеру әдісі* (метод падения пластового давления) дегеніміз – газ (газ-конденсат) жатынын игеру газдық режим жағдайында жүргізілуі барысында тұрақты сақталатын қойнауқаттық қысымның 0,1 МПа-ға төмендеуін белгілеп отыру тұрғысынан есептеуді. Сөйтіп, бұл нәтижені аталған жатынды толығымен игеріп біткенге дейін ескеруге негізделген жатын құрамындағы дербес газ қорларын анықтау әдісі.

Қорлардың **В категориясы** – ауқымында жеткілікті дәрежеде ұңғымалар бұрғыланған, осы ұңғымаларда жүргізілген өнеркәсіптік каротаж жұмыстарының нәтижелері, осы зерттелген алаңшаның өнеркәсіптік мұнайлылығын не газдылығын біржақты дәлелдеген. Сол сияқты өнімді жағынды әртүрлі гипсометрлік белгілерде (деңгейлерде) аршыған кем дегенде екі ұңғымадан мұнайдың не газдың өнеркәсіптік ағымы алынған алаңша ауқымында анықталған қорлар. Қор В категориясына жатқызылуы үшін бір топ параметрлер шамамен, ал мұнай мен газдың толық құрамы біржақты анықталуы тиіс. Шамамен анықталатын параметрлер мыналар: жинауыштық қабілеті бар таужыныстардың кенорын қимасында орналасу реті және олардың жинауыштық қабілетінің тік және көлбеу бағыттардағы өзгеру сипаты; өнімді қойнауқаттардың мұнаймен немесе газбен қанығу дәрежесі, қорды есептеуге қажетті өзге де параметрлер; кенорынды игеру мүмкіндігін анықтайтын басқа да басты-басты көрсеткіштер.

Әртүрлі тектоникалық бұзылыстармен күрделіленбеген, литологиялық құрамы тұрғысынан да біркелкілікпен сипатталатын мейілінше қарапайым құрылымдарда шоғырланған кенорындарда қорлардың В категориясына әдетте ұңғымалардан мұнайдың немесе газдың өнеркәсіптік ағымы алынған қойнауқаттың ең төменгі деңгейіне сәйкес келетін изогипса шектемесі (контур) ауқымында есептеліп шығарылған қорлар жатқызылады. Ал геологиялық құрылысы мейілінше күрделі, жинауыштарының литологиялық құрамы да алуан түрлі болып келетін кенорын қорларының В категориясына – жағымды сынамау деректерімен және каротаж көрсеткіштерімен сипатталған ұңғымалар көмегімен шектемеленген алаңша ауқымында есептеліп шығарылған қорлар жиынтығы жатқызылады.

Қорлардың В категориясы есептеліп шығарылатын барлау алаңшасы ауқымында төмендегі мәселелер зерттеліп, біржақты анықталуы тиіс:

- өнімді қойнауқаттың ұңғыма оқпандары көмегімен аршылған қималардағы орналасу деңгейі (тереңдігі) және олардың барлау алаңшасы ауқымы бойынша көлбеу және горизонталь бағыттарда өзгеру дәрежесі;

- өнімді қойнауқаттың (қойнауқаттардың) литологиялық құрамы, оның (олардың) жалпылама және тиімді қалыңдығы, жинауыштық қабілеті (ашық кеуектілігі, өтімділігі), мұнаймен қанығу дәрежесі мен қойнауқаттың осы көрсеткішінің қимада және көлбеу бағытта өзгеру дәрежесі;

- барлау алаңшасының неғұрлым бір-бірінен алшақ орналасқан кем дегенде екі ұңғымасында жүргізілген қойнауқаттарды сынамаулау нәтижелері бойынша анықталған мұнайдың, газдың және жерасты суының дебиттері, қойнауқаттық қысым көрсеткіштері (газ массалары үшін бұған қосымша статикалық қысым мөлшері), қанығу қысымы, өнімділік коэффициенті;

- мұнайдың, газдың, конденсаттың және жерасты суының әрбір қойнауқат бойынша жеке-жеке анықталған сапалық көрсеткіштері.

Жоғарыда келтірілген параметрлермен қатар, жалпы жатын бойынша газ–мұнай–су массалары шектемелерінің (контурларының) орналасу деңгейлері анықталуы тиіс. Анықталуы тиіс тағы бір маңызды мәселе – мұнай немесе газ жатынының режимі; бұл маңызды мәселе жатынның қорлары А категориясы бойынша анықталмаған бөлігі ауқымында ғана және көршілес орналасқан, бұрынырақ жан-жақты барланған кенорынмен, яғни жатынмен ұқсастығы тұрғысынан шамамен анықталады.

Газ қорлары В категориясы бойынша қысымның бірте-бірте азаюын қадағалау әдісі көмегімен анықтау барысында мына параметрлер анықталатын болады:

- а) газ-су жапсарының орналасу тереңдігі;
- ә) газ жатынының дербестік дәрежесі;
- б) статикалық және қойнауқаттық қысым көрсеткіштері, сол сияқты қойнауқаттық температура мөлшері;
- в) газ өндіру ұңғымаларының дебиті және оның өзгеру сипаты;
- г) газдың құрамы, газ конденсатпен қаныққан жағдайда сол конденсаттың мөлшері және құрамы.

Өнімді қойнауқатты сипаттайтын өзге көрсеткіштер шамамен ғана анықталуы мүмкін (көршілес жақсы зерттелген алаңшалармен ұқсастық дәрежесі тұрғысынан).

Қорлардың **C₁ категориясы** – мұнайының немесе газының кенорын ретінде шоғырлану, яғни орналасу ерекшеліктері геологиялық іздеу жұмыстарының немесе геофизикалық жұмыстардың нәтижелері негізінде ғана анықталған қорлар. Қорлары бұл категорияға жатқызылған кенорындарға тиесілі өнімді қойнауқаттардың жинауыштық қабілеті мен қорды есептеуге қажетті параметрлері жекелеген ұңғымалар бойынша ғана немесе көршілес жақсы барланған кенорынмен ұқсастығы тұрғысынан ғана анықталады. Алайда, қорлары есептеліп отырған алаңша (кенорын) ауқымында бұрғыланған ұңғымалардың ең болмағанда біреуі, мұнай немесе газдың өнеркәсіптік ағымын беруі тиіс. Қорлары А немесе

В категориялары бойынша анықталған алаңшаларға жапсарлас орналасқан барлау алаңшаларының, сол сияқты мұнайдың не газдың өнеркәсіптік ағымын берген жатындардың аралығына сәйкес келетін, өз ауқымында жүргізілген каротаж жұмыстары жағымды нәтижелер берген алаңшалардың қорлары да осы С₁ категориясына жатқызылады.

Жаңадан ашылған мұнай (газ, конденсат) кенорынның қорларын С₁ категориясы ауқымында ғана есептеп шығару үшін төмендегі мәселелер анықталуы тиіс:

- мұнай (газ, конденсат) жатындарын кіріктіретін геологиялық (тектоникалық) құрылымның бар екендігі;

- жекелеген ұңғымалар бойынша өнімді қойнауқаттың литологиялық құрамы, қалыңдығы, кеуектілігі, мұнаймен (газбен, конденсатпен) қанығу дәрежесі (өнімді қойнауқат барлау алаңшасы ауқымында тұрақты түрде көлбей, кәсілетіндігі анықталған жағдайда оның қалыңдығы, кеуектілігі және мұнаймен газбен немесе конденсатпен қанығу дәрежесі көршілес орналасқан жақсы барланған алаңшамен ұқсастығы тұрғысынан анықталуы мүмкін);

Есептеліп шығарылған қорлар С₁ категориясына жатқызылуы үшін ең болмағанда бір ұңғымадан мұнайдың немесе газдың өнеркәсіптік ағымы алынуы тиіс. Осы ұңғыманы сынамалау нәтижесінде мұнайдың (газдың, конденсаттың) алғашқы дебиті мен ұңғыманың өнімділік көрсеткіші, сол сияқты алынған мұнай немесе газдың (конденсаттың) сапасы анықталуы тиіс.

Ауқымында жалғыз ғана өнімді ұңғымасы бар жаңадан ашылған кенорынның қорларын С₁ категориясы бойынша есептеп шығару үшін су–мұнай және газ–су жапсарларының шектемелері кенорынның геологиялық-геофизикалық зерттеу қорытындыларын ескере отырып анықталған геологиялық құрылыс ерекшеліктеріне байланысты шамамен ғана жүргізіледі. Аталған шектемелер деңгейі олардың көршілес жақсы зерттелген алаңшалармен ұқсастығы тұрғысынан ғана немесе сөз болып отырған кенорынның қалыптасу жағдайын құрылымдық, фациялық (таскелбеттік) және палеогеографиялық талдау негізінде ғана анықталуы да мүмкін.

Қорлардың **С₂ категориясына** – мұнайлы-газды провинция ауқымында жаңадан ашылған құрылымдарға тиесілі қойнауқаттарға жинақталған мұнай немесе газ қорлары жатқызылады. Бұл қойнауқаттардың өнімділігі олардың осы провинцияға қарасты өзге кенорындардағы деңгейлес қойнауқаттармен ұқсастығы тұрғысынан ғана анықталады. Қорлардың С₂ категориясы, сол сияқты бұрын барланбаған, бірақ өнімді қойнауқаттары болу мүмкіндігі геологиялық және геофизикалық деректермен болжанған, бұрыннан белгілі

кенорындардың аралықтарына орналасқан тектоникалық блоктар мен қойнауқаттар бойынша да анықталады. Бір ескеретін мәселе – қорлардың C_2 категориясы бойынша тастанды қорлар есептелмейді.

10.4. Мұнай қорларын есептеу әдістері

Мұнай қорларын есептеу тәжірибесінде негізінен үш түрлі әдіс қолданылады, олар – көлемдік, статикалық және материалдық теңдестік әдісі. Бұл әдістерді бір-бірімен орайластыру нәтижесінде жасақталған қосымша әдістер де ұшырасады. Қорларды есептеуге сөз болған әдістердің қайсысын қолдану қажеттілігі есептеуге керекті мәліметтердің саны мен сапасына, сол сияқты жатынның жұмыс режимі мен кенорынның барлану және зерттелу дәрежесіне қарай таңдалып алынады.

Мұнай қорларын есептеудің көлемдік әдісі – мұнайлы қойнауқаттың геометриялық пішін ерекшеліктері мен оның кеуектілігі, мұнаймен қанығу дәрежесі, мұнайдан аласталу мүмкіндігі (қойнауқаттан мұнайды өндіріп алу мөлшері) жайлы деректерді пайдалануға негізделген әдіс. Қойнауқат көлемі, мұнаймен қаныққан қойнауқат ауданын сол қойнауқаттың тиімді қалыңдығының мөлшеріне көбейту арқылы анықталады. Бұдан кейінгі есептеулерге мұнайды кіріктірген таужыныстардың кеуектілік коэффициенті, қойнауқаттың мұнаймен қанығу, оның бойынан аласталу және отыру коэффициенттері, сол сияқты мұнайдың меншікті салмағының мөлшері, т.с.с. деректер енгізіледі. Аталған коэффициенттердің, әсіресе қанығу және аласталу коэффициенттерінің, сандық мөлшерлерін анықтау – ұңғыма оқпанынан бұрғылау тасбағандарын (кернді) алуды және оларды зертханалық жағдайда өте тиянақты зерттеуді қажет етеді.

Жалпы алғанда, мұнай қорларын есептеудің көлемдік әдісі қойнауқаттағы мұнай орналасуының геологиялық жағдайын жетік білуге негізделген. Бұл әдіс қорларды есептеудің негізгі әдісі болып табылады. Ол әдетте біршама жақсы барланған және жұмыс режимі де әртүрлі кенорындардың қорларын есептеуге пайдаланылады. Әдістің қолданылу болмысы төмендегі формуламен анықталады:

$$Q_{он.} = F \cdot h \cdot m \cdot k_m \cdot \eta \cdot \theta \cdot \gamma, \quad (10.2)$$

мұндағы $Q_{он.}$ – мұнайдың жер бетіндегі жағдайға келтірілген өндірілмек (өнеркәсіптік) қорлары, m ; F – мұнайлы алаңшаның ауданы, m^2 ; h – мұнаймен қаныққан қойнауқаттың орташа қалыңдығы, m ; m – жинауыштың ашық кеуектілігінің орташа коэффициенті; k_m – орташа мұнаймен қанығу коэффициенті; η – мұнай беру коэффициенті; θ – кері есептеу коэффициенті (мұнайды қойнауқаттық жағдайдан жерүсті жағдайына келтіру үшін); γ – мұнайдың жер беті жағдайына келтірілген орташа тығыздағы, m/m^3 .

Келтірілген формуладағы $F \cdot h$ көбейтіндісі – тұтас жатындағы мұнай көлемін, $F \cdot h \cdot m$ көбейтіндісі – бүкіл жатындағы ашық кеуектердің көлемін, $F \cdot h \cdot m \cdot k_m$ көбейтіндісі – қойнауқаттың кеуектеріне шоғырланған мұнай мөлшерін (қойнауқаттық жағдайдағы мұнай көлемін), $F \cdot h \cdot m \cdot k_m \cdot \eta$ көбейтіндісі – жатынды игеру нәтижесінде жер бетіне көтеріліп шығарылуы мүмкін мұнай көлемін (қойнауқаттық жағдайдағы), $F \cdot h \cdot m \cdot k_m \cdot \eta \cdot \theta$ көбейтіндісі – жатынды игеру нәтижесінде жер бетіне көтеріліп шығарылуы мүмкін мұнайдың қойнауқаттық жағдайдан жерүсті жағдайына келтірілген көлемін, $F \cdot h \cdot m \cdot k_m \cdot \eta \cdot \theta \cdot \gamma$ көбейтіндісі – жатынды игеру нәтижесінде жер бетіне шығарылған мұнайдың m -мен өлшенген мөлшерін, яғни кенорынның қорын анықтайды.

Мұнайлы алаңшаның ауданы (F) бұрғыланған ұңғымалардан алынған мәліметтер бойынша "есептеу планы" деп аталатын арнаулы графикалық материал негізінде анықталады. Есептеу планы өнімді горизонттың табаны бойынша тұрғызылған құрылымдық карта бетіне ұңғымаларды сынамалау деректері мен кәсіптік-геофизикалық зерттеу мәліметтерін түсіру арқылы дайындалады. Аталған деректер мен мәліметтерді карта бетіне түсіру барысында тасбаған (кern) материалдарын зерттеу қорытындылары, шегендеу тізбегін теспелеу аралықтары (интервалдары) және есептеу планын құрастыру сәтіндегі ұңғыманың жалпылама жағдайы ескерілуі тиіс. Ұңғымаларды сынамалау нәтижелері, сол сияқты өзге де қажетті мәліметтер арнаулы шартты белгілер көмегімен кескінделеді. Бұл белгілер мейлінше көрнекі болуы, әрі жатын шекараларын дәл анықтауға мүмкіндік беретіндей болуы өте маңызды (*10.1, 10.2-суреттер*). Осылайша анықталған шекаралар ауқымындағы жатын ауданы "планиметр" деп аталатын арнаулы аспап көмегімен анықталады. Мейлінше дәлме-дәл мәліметтер алу үшін, планиметрмен өлшеу операциясы бірнеше рет қайталанып, ортақ бөлшекке келтірілген мәлімет таңдалып алынады.

Мұнаймен қаныққан қойнауқаттың орташа қалыңдығы (h) ұңғыманы сынамалау нәтижелері мен тасбағандарды зерттеу қорытындыларын ескере отырып, ыждағатты түрде жүргізілген кәсіптік-геофизикалық зерттеулер кешені (электрлік каротаж, бүйірлік каротаж, радиокаротаж және микрозондтау) негізінде анықталады. Орташа қалыңдықты анықтау барысында мұнаймен қаныққан қабатша шекараларын анықтау және олардың өнеркәсіптік маңыздылығын бағалау дәлдіктері маңызды рөл атқарады. Әдетте терригендік таужыныстар арасындағы өнеркәсіптік деңгейде мұнаймен қаныққан және кеуекті таужыныстар ретінде орташа кеуектілігі 8-10 % аралығында, мұнаймен қанығу дәрежесі 35 % шамасындағы құмтастар мен алевролиттер (құмайттастар) қаралады. Карбонатты таужыныстардан тұратын жинауыштар әдетте кеуектілігі 5 %-дан

астам мөлшерлермен сипатталған жағдайдың өзінде-ақ, өнеркәсіптік тұрғыдан маңызды деп есептеледі. Өнімді қойнауқаттардың қалыңдықтары бүкіл барлау алаңшасы ауқымында айтарлықтай өзгерістерге ұшырамаған жағдайда немесе "изопахиталар картасы" деп аталатын арнаулы графикалық материалды тұрғызуға қажетті мәліметтер жеткіліксіз болғанда, мұнаймен қаныққан қойнауқаттың орташа қалыңдығы әртүрлі ұңғымалардан алынған мәліметтердің орташа арифметикалық мөлшерін есептеу нәтижесінде анықталады (төмендегі 10.3-тендеуге қараңыз):

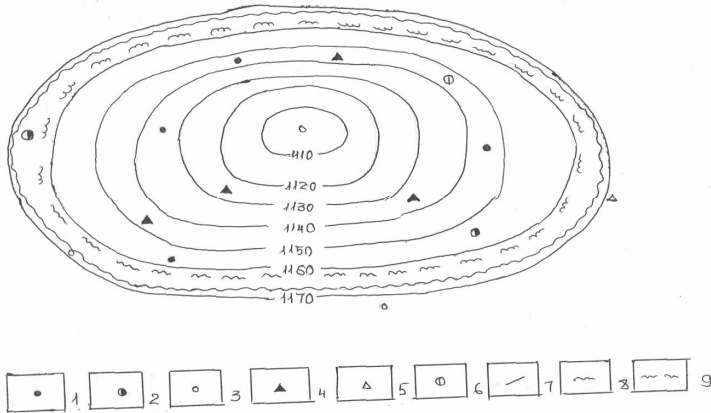
$$h_{op.} = h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n : n \quad (10.3)$$

мұндағы $h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$ – жекелеген ұңғымалар бойынша анықталған тиімді мұнаймен қаныққан қалыңдықтар, m ; n – қалыңдықтар анықталған ұңғымалар саны.

Өзге жағдайлардың барлығында да орташа қалыңдық изопахиталар картасы негізінде төмендегі 10.4-тендеуге сәйкес анықталады:

$$h_{op.} = h_1 \cdot f_1 + h_2 \cdot f_2 + h_3 \cdot f_3 + \dots + h_n \cdot f_n : \Sigma f \quad (10.4)$$

мұндағы: $h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$ – көршілес изопахиталар аралығындағы жекелеген бөлікшелердегі мұнаймен қаныққан орташа тиімді қалыңдықтар, m ; $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$ – көршілес изопахиталармен шектелген бөлікшелер ауқымындағы қойнауқаттардың аудандары, m^3 .



10.1-сурет. Қорды есептеу планының сұлбасы

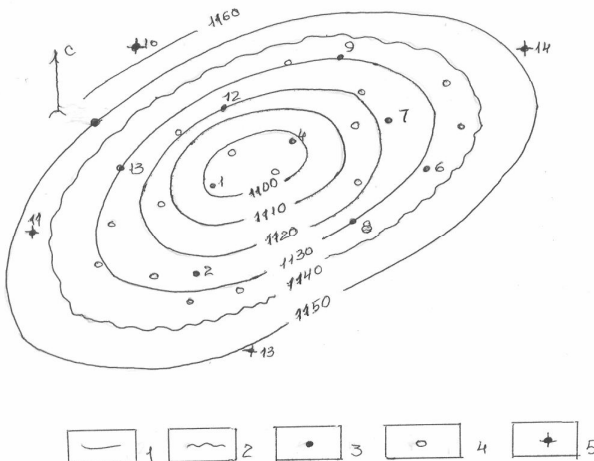
Шартты белгілер: 1 – сынама лау барысында таза мұнай берген ұңғымалар;

2 – су аралас мұнай берген ұңғымалар; 3 – таза су берген ұңғымалар; 4 – мұнайлы горизонт (картаж мәліметтері бойынша анықталған); 5 – сумен қаныққан горизонт (картаж мәліметтері бойынша анықталған); 6 – бұрғылаудағы ұңғымалар; 7 – өнімді горизонттың желегі бойынша жүргізілген изогипсалар; 8 – мұнайлылықтың сыртқы шектемесі (контур); 9 – мұнайлылықтың ішкі шектемесі (контур)

Жинауыштың ашық кеуектілігінің орташа коэффициенті (m) – жинауыштардың қуыстылық дәрежесін сипаттайтын коэффициент – жинауыштың түйіраралық кеуектері көлемінің сол жинауыштарды құрайтын таужыныстардың көріністік көлеміне қатынасы. Бұл коэффициенттің мөлшері өнімді горизонттың мұнаймен қаныққан тиімді қалыңдығы өңірінен алынған таужыныс (тасбаған) үлгілерін зертханалық жағдайда жан-жақты зерттеу нәтижесінде анықталады. Алынған мәліметтің шындыққа сәйкестігі неғұрлым жоғары дәрежеде болуы үшін аталған зерттеулер саны да солғұрлым мол болуы тиіс. Яғни, тасбаған үлгілері зерттеу алаңшасының ауданын да, жинауыш таужыныстардың қалыңдығын да шама келгенше толығырақ қамтығаны дұрыс. Жинауыштардың кеуектілік коэффициентін кейбір жағдайларда "өздігінен полустену потенциалы каротажының" қисық сызықтарын саралау көмегімен де анықтайды. Алайда бұлайша анықталған мәліметтің шындыққа сәйкестік дәрежесі, онша жоғары болмайды.

Жалпы алғанда, жинауыштың ашық кеуектілігінің орташа коэффициенті "кеуектілік картасын" пайдалана отырып, әрбір жекелеген горизонт бойынша анықталған бүкіл мәліметтердің орташа арифметикалық мөлшерін құрайды:

$$m_{op} = m_1 \cdot f_1 + m_2 \cdot f_2 + m_3 \cdot f_3 + \dots + m_n \cdot f_n : \Sigma f \quad (10.5)$$



10.2-сурет. Құрылымдық карта және ұңғымалардың орналасу сұлбасы
Шартты белгілер: 1 – қойнауқаттың изогипсалары; 2 – мұнайлылық шектемесі (контур); 3 – игерім ұңғымалары; 4 – жаңа ұңғымалар; 5 – тоғыту ұңғымалары

мұндағы $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ – кеуектілігі бірдей көршілес екі сызықтың аралығына сәйкес келетін жекелеген жатын бөлікшелерінің ашық кеуектілігінің орташа коэффициенттері (көршілес екі кеуектілік изосызықтарының орташа мағынасына сәйкес келеді); $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$ – көршілес кеуектілік изосызықтары аралығындағы жинауыш қойнауқат бөлікшелерінің аудандары, m^2 .

Орташа мұнаймен қанығу коэффициенті (k_m) – таужыныстардағы мұнай мөлшерін сипаттайтын олардың жинауыштық қабілеті. Бұл коэффициент таужыныстардың қойнауқаттық жағдайда мұнаймен тоғытылған ашық кеуектері көлемінің, сол таужыныстардағы бүкіл кеуектер көлеміне қатынасымен өлшенеді. Ол мұнай қорын бағалау мақсатында анықтала отырып, кенорынды барлаудың соңғы сатыларына және кенорынды игеру жобасын жасақтау барысында пайдаланылады. Орташа мұнаймен қанығу коэффициентін анықтау біршама күрделі мәселе. Себебі, ұңғымаларды бұрғылау барысында жуғыштау сұйығының сүзбелері көтеріліп алынған тасбаған үлгісінің кеуектеріне кіріге отырып, ондағы қойнауқаттық су және қойнауқаттық мұнай массаларын ығыстырып шығаруы ықтимал. Сондықтан, аталған коэффициентті анықтау үшін мұнайға негізделген жуғыштау сұйығын пайдаланып бұрғыланған ұңғымадан алынған бұрғылау тасбаған жер бетіне көтерілген бойда сырт ортадан мұқият оқшауланып, оның сумен қанығу көрсеткіші сараланады. Бұл орайда, таужыныс кеуектерінің бүкіл көлемі тек қана мұнай және сумен қаныққандықтан $k_m = 1 - k_c$ теңдеуі шындыққа сәйкес келеді деп есептелінеді; мұндағы k_m – зерттелген тасбаған үлгісінің мұнаймен қанығу дәрежесі; k_c – сумен қанығу дәрежесі. Мұнай кенорындарының орташа мұнаймен қанығу коэффициентінің мөлшері әдетте 65-94 % аралығында болады.

Мұнай беру коэффициенті (η) – мұнайлы қойнауқаттан өндіріліп алынған бүкіл мұнай мөлшерінің сол қойнауқатта алғаш анықталған мұнайының бүкіл геологиялық қоры мөлшеріне қатынасымен өлшенетін шама. Сондықтан бұл шаманы қорларды алғаш есептеп шығару барысында анықтау оңайлыққа соқпайды. Оның мөлшері қойнауқаттың жұмыс режиміне, жинауыштың литологиялық-физикалық қасиеттеріне, мұнайдың өзіндік ерекшеліктеріне және кенорынды игеру жағдайына байланысты өзгереді. Сөз болып отырған параметрдің аталған факторларға байланысты өзгеру заңдылықтары әлі де болса жан-жақты зерттеліп бітпегендіктен, оның мәнін дәл анықтау да мүмкін емес. Сондықтан мұнай беру коэффициентінің

мөлшерін әдетте қойнауқаттың жұмыс режимімен байланыстыра отырып, шамамен төмендегі аралықтарда анықтайды:

- тиімді суарынды режим жағдайында – 0,6-0,8;
- серпінді-суарынды режим жағдайында – 0,5-0,7;
- газды тақияның тиімді режимі жағдайында – 0,5-0,7;
- газды тақияның тиімді емес режимі жағдайында – 0,4-0,6;
- еріген газ режимі жағдайында – 0,2-0,4;
- гравитациялық режим жағдайында 0,1-0,2.

Мұнай кәсіпшілігінде жүргізілген зерттеулер – мұнай беру коэффициентінің ең жоғары көрсеткіштері әдетте құмтастардан тұратын жинауыштары бар жатындарға тән болып келетіндігін анықтаған. Мұндай жатындарға тиесілі мұнайдың тұтқырлығы көбінесе біршама төмен болып келетіндіктен, оларды игеру барысында қойнауқатқа сырттай әсер ету шаралары жиі қолданылады. Ал мұндай шаралардың мұнай өнімін арттыруға айтарлықтай септігін тигізетіндігі, оқулығымыздың бұрынғы тарауларында айтылды.

Мұнай беру коэффициентінің шамасы дұрыс анықталғандығына көз жеткізу үшін мұнайының басым көпшілігі игеріліп алынуына байланысты жұтанданған қойнауқаттың қалдық мұнаймен қанығу дәрежесін анықтау мақсатында, қосымша тасбағандар алу және олардың мұнай тамшыларын кіріктіру дәрежесін анықтау шаралары жүзеге асырылады. Мұндай тексерулерді жүзеге асыру, әсіресе мұнайдың өте ірі жатындарын игеру барысында мейлінше маңызды.

Кері есептеу коэффициенті (θ) – "қойнауқаттық мұнайдың көлемдік коэффициенті" деп аталатын шамаға қарама-қарсы шама. *Қойнауқаттық мұнайдың көлемдік коэффициенті* (ϵ) – қойнауқаттық мұнай көлемінің ($V_{қой.}$) сол қойнауқаттан қалыпты (атмосфералық) жағдайға шығарылып, іріктеліп алынған мұнай көлеміне ($V_{қал.}$) қатынасымен өлшенетін шама – $\epsilon = V_{қой.} : V_{қал.}$. Бұл коэффициентке қарама-қарсы шама – кері есептеу коэффициенті – $\theta = 1 : \epsilon$ теңдеуімен өрнектеле отырып, қойнауқаттық мұнай мөлшерінің көлемін қалыпты жағдайда іріктелген мұнай көлеміне келтіру мақсатында қолданылады. Бұл коэффициенттің шамасы қойнауқаттық мұнайдың тереңдік сынамаларын саралау нәтижесінде анықталады. Мұндай мәліметтер болмаған жағдайда, аталған шама арнаулы есептеулер арқылы анықталады.

Мұнайдың жер беті жағдайына келтірілген орташа тығыздығы (γ) әдетте әртүрлі ұңғымалардан алынған мұнайларды зертханалық жағдайда зерттеу нәтижелерінің орташа арифметикалық мөлшері ретінде анықталады. Мұндай зерттеулерді мұнай ұңғыма оқпанынан

шығарылған бойда жүргізген дұрыс. Себебі, іс-тәжірибе көрсеткеніндей, уақыт өткен сайын мұнай өз тығыздығын азын-аулақ дәрежеде болса да ұлғайтатындығы анықталған.

Мұнай қорларын есептеудің көлемдік әдісінің өзіндік варианттары ретінде "мұнай қорларын есептеудің көлемдік-статистикалық әдісін", "мұнай қорларын есептеудің гектарлық әдісін" және "мұнай (газ) қорларын есептеудің көлемдік-тектік әдісін" атауға болады.

Мұнай қорларын есептеудің **көлемдік әдісінің көлемдік-статикалық варианты** барланған кенорындардың қорларын есептеп шығаруға "кеуектер көлемін пайдалану коэффициенті" деп аталатын шартты шаманы анықтау мүмкіндігі жүзеге асқанда ғана пайдаланылады. Қорлары есептелуі тиіс барлау алаңшасына тиесілі *кеуектер көлемін пайдалану коэффициентінің* мөлшері көршілес орналасқан алаңшадағы толығымен өндіріліп алынуына байланысты мейілінше жұтаңданған өнімді горизонтқа қатысты қажетті мәліметтерді мұқият талдау нәтижесінде анықталады. Жұтаңданған горизонт бойынша кеуектер көлемін пайдалану коэффициенті, мына теңдеу көмегімен анықталады:

$$x = Q_{\text{он.}} : F \cdot h \cdot m \cdot \theta \cdot \gamma, \quad (10.6)$$

мұндағы x – кеуектер көлемін пайдалану коэффициенті, ал $Q_{\text{он.}}$, F , h , m , θ , γ – көршілес алаңшадағы толығымен өндіріліп алынған қойнауқат қорларын есептеп шығару үшін көлемдік әдісті қолдану барысында бұрынырақ анықталған параметрлер (10.2-теңдеудің түсініктемелеріне қараңыз).

Жаңа қойнауқаттың қорларын есептеудің көлемдік-статикалық әдісі төмендегі теңдеуге негізделген:

$$Q'_{\text{он.}} = F' \cdot h' \cdot m' \cdot x \cdot \theta' \cdot \gamma', \quad (10.7)$$

мұндағы $Q'_{\text{он.}}$, F' , h' , m' , θ' , γ' – жаңа өнімді горизонт бойынша анықталған көлемдік әдіс параметрлері (10.2-теңдеудің түсініктемелеріне қараңыз), x – көршілес жұтаңданған өнімді горизонт бойынша анықталған кеуектер көлемін пайдалану коэффициенті.

Қорларды есептеудің көлемдік әдісінің көлемдік-статикалық вариантын пайдалану қорлары есептелуі тиіс жаңа жатын мен кеуектер көлемін пайдалану коэффициенті анықталған, бұрынырақ игерілген жұтаңданған жатын арасындағы ұқсастық толық дәлелденген жағдайда ғана жүзеге асырылуы тиіс. Аталған ұқсастық бүкіл геологиялық және геологиялық-кәсіптік көрсеткіштер тұрғысынан, соның ішінде салыстырылып отырған екі жатынды игеру жағдайларының ұқсастығы тұрғысынан да мұқият зерттелуі тиіс.

Мұнай қорларын есептеудің **көлемдік әдісінің гектарлық варианты** барлау алаңшасының 1 га ауданы ауқымындағы өнімді қойнауқаттың 1 м қалыңдығына тиесілі мұнайдың сыбағалы қоры жайлы мәліметті анықтауға негізделген. Бұл әдіс вариантын қолдану толығымен жұтанған немесе азын-аулақ дәрежеде жұтанған көршілес алаңша бойынша мұнайдың сыбағалы қорын (q) есептеп шығаруға және оны пайдалануға негізделген. Аталған сыбағалы қор төмендегі теңдеу көмегімен анықталады:

$$q = \Sigma Q : F_{op} \cdot \Sigma h; \quad (10.8)$$

мұндағы ΣQ – жұтанған кенорыннан өндіріліп алынған бүкіл мұнай мөлшері, m ; F_{op} – жұтанған кенорындағы орташа өнімді аудан, га; Σh – жұтанған кенорындағы бүкіл өнімді горизонттардың жиынтық қалыңдығы, м.

Жұтанған кенорынның 1 га ауданы ауқымындағы өнімді қойнауқаттың 1 м қалыңдығына тиесілі мұнайдың сыбағалы қорын анықтау тәсілі 10.1-кестеде келтірілген.

10.1-кесте

Қойнауқат нөмірі	Өндірілген мұнай (Q)	Өнімді қойнауқаттың ауданы ($F, \text{га}$)	Өнімді қойнауқаттың қалыңдығы ($h, \text{м}$)
1	Q_1	F_1	h_1
2	Q_2	F_2	h_2
...
n	Q_n	F_n	h_n
	ΣQ	$F_{op} = \Sigma F / n$	Σh

Жұтанған кенорын бойынша 10.8-теңдеу көмегімен есептеліп шығарылған мұнайдың сыбағалы қорының мөлшері (q) жаңа кенорынның енді есептелетін қорларын төмендегі 10.9-теңдеу көмегімен анықтауға мүмкіндік береді:

$$Q'_{он.} = F' \cdot h' \cdot q; \quad (10.9)$$

мұндағы $Q'_{он.}$ – жаңа кенорын бойынша өндірілмек қорлар мөлшері, m ; F' – жаңа кенорынның өнімді алаңшасының орташа ауданы, га; h' – жаңа кенорынның өнімді горизонттарының жиынтық қалыңдығы, м; q – жұтанған кенорынның 1 га ауданы ауқымындағы өнімді қойнауқаттың 1 м қалыңдығына тиесілі мұнайдың сыбағалы қоры.

Қорларды есептеудің көлемдік әдісінің гектарлық вариантын қолдану, көлемдік-статикалық вариантты пайдалану сияқты, қорлар есептелуі тиіс жаңа жатын мен сыбағалы қор мөлшерін пайдалану коэффициенті анықталған бұрынырақ игерілген жұтанған жатын

арасындағы ұқсастық қапысыз дәлелденген жағдайда ғана жүзеге асырылуы тиіс. Бұл орайда, қорларды есептеудің сөз болып отырған вариантының дәлдігі біршама төмен екендегін ұдайы есте ұстаған жөн. Сондықтан ол көбінесе қорлардың төменгі категорияларын есептеуде ғана қолданылады.

Мұнай (газ) қорларын есептеудің көлемдік-тектік варианты – мұнайлы алаңдарда мұнай және газ қалыптасу масштабын сандық тұрғыдан бағалау шараларына негізделген қорларды есептеу тәсілі. Оның көмегімен нашар зерттелген және мұнай мен газдың өндірістік қорларына деген мүмкіндігі әзір дәлелденбеген алаптар мен аудандардың болжамдық ресурстары есептеліп шығарылады. Мұнай және газ қорларының нақтылы ауданға тиесілі меншікті тығыздығы ($m/км^2$ өлшемімен) мен өнімділік коэффициентінің (сол аудандағы шөгінді түзілімдердің, $m/м^3$ өлшемімен) сандық көрсеткіштері екі түрлі тәсіл көмегімен – көлемдік-тектік және көлемдік-статистикалық тәсілдермен анықтала алады. Көлемдік-тектік тәсіл болжам ауданындағы, алқабындағы, алабындағы таужыныстарды геологиялық-таушайыртанымдық тұрғыдан зерттеуге, ал көлемдік-статистикалық тәсіл зерттеліп отырған ауданға ұқсас өзге түзілім алаптарына тән дүниежүзілік орташа көрсеткішті пайдалануға негізделген.

Мұнай қорларын есептеудің статикалық әдісі – мұнай дебитінің жай-жапсары жайлы мәліметтер немесе жатынды игеру процесінде жинақталған деректерді игеру параметрлерінің түрлі көрсеткіштері тұрғысынан статикалық саралауға негізделген мұнай қорларын есептеу әдісі. Бұл әдіс мұнай жатынын игерудің өткен кезеңінде сипатталған әртүрлі байланыстарды табу және оларды сызба немесе жазба түрінде кескіндей отырып, сол байланыстар болмысын жатынды игерудің ең соңғы сәтіне дейін мұнай дебитінің ең аз ұтымды мөлшері тұрғысынан басшылыққа алу шараларын негізге алады.

Жоғарыда келтірілген анықтамадан байқалғанындай, қорларды есептеудің статикалық әдісі қосалқы әдіс болып табылады. Себебі, ол жаңадан ашылған, яғни енді-енді барланған кенорындардың қорларын емес, біраздан бері игеріліп келе жатқан кенорындардың қалдық өнеркәсіптік қорларын есептеуге пайдаланылады. Екінші жағынан, қорларды есептеудің бұл әдісін өнімді қойнауқаттарға жасанды түрде әсер ету немесе мұнай өндірудің өсімділігін арттыру мақсатында мұнай өндіруді қарқындыландыру әдістерін пайдалану шаралары жүзеге асырылған жағдайда (мұнайды динамикалық тұрғыдан ығыстырып шығару, қойнауқаттық флюидтің физикалық-химиялық қасиеттеріне әсер ету,

қойнауқаттың физикалық қасиеттеріне әсер ету т.с.с.), қолдануға болмайды. Сондықтан қорларды есептеудің бұл әдісі қазіргі кезде негізінен біршама ескі, жұтанданған кенорындардың қалдық өнеркәсіптік қорларын шамалауға ғана қолданылады. Мұның себебі, мұндай кенорындардың қалдық қорларын көлемдік әдіс көмегімен есептеп шығаруға қажетті мәліметтер жетіспейді. Солай бола тұра, сөз болып отырған әдістің әртүрлі элементтері кенорынға қатысты түрлі геологиялық байланыстар болмысын нақтылауда жиі-жиі қолданылады (мәселен, қойнауқатқа әсер ету шараларының тиімділігін нақтылауда, мұнай өнімін жоспарлау шараларын жүзеге асыруда, т.с.с.). Жалпы алғанда, есептеудің статикалық тәсілдерін кеңінен қолдану нәтижесінде әр түрлі геологиялық-кәсіпшілік мәліметтері арасындағы статикалық байланыстар табиғатын тап басуға болады. Мұндай жұмыстарды жүзеге асыру үшін статикалық мәліметтер негізінде алуан түрлі сәйкестендіру кестелері (корреляционные таблицы) мен қысық сызықтар тұрғызылады. Осы графикалық материалдарды жан-жақты саралау шаралары, кәсіпшілікке қажетті маңызды тың тұжырымдар жасауға мүмкіндік береді.

Мұнай қорларын есептеудің материалдық теңдестік әдісі – кенорынды игеру барысындағы қысымның өзгерістеріне байланысты өнімді қойнауқаттағы сұйық пен газдың физикалық параметрлеріндегі өзгерістерді зерттеуге негізделген мұнай қорларын есептеу әдісі. Қойнауқаттық қысым көрсеткішінің бірте-бірте азаюы қойнауқаттық мұнайдың физикалық қасиеттерінің де өзгеріске ұшырауына әкеліп соқтыратындығы және мұндай өзгерістердің қарқыны жатындағы мұнай мөлшеріне тікелей байланысты екендігі белгілі. Міне, осы байланыстар табиғатын белгілі бір материалдық теңдестік теңдеуін пайдалану арқылы нақтылау, жатындағы мұнай қорын анықтауға мүмкіндік беретін болады. Қорларды есептеудің материалдық теңдестік әдісін қолданудың кеңінен тараған, жалпыландырылған теңдеуі төмендегідей:

$$Q_o = Q_m [b_1 + (r_p - r_o) \cdot v] - (W + w_i - w) - g_i \cdot v / b_1 - b_o + \delta \cdot b_o : v_o \cdot (v - v_o), \quad (10.10)$$

мұндағы Q_o – стандарттық жағдайдағы мұнайдың кәделі (бастапқы) қоры, m^3 ; Q_m – материалдық теңдестік теңдеуін құрастыру сәтіндегі стандарттық жағдайдағы мұнайдың өндіріліп алынған жиынтық қоры, m^3 ; b_1 – мұнайлы-газды қоспаның (қойнауқаттық мұнай мен газдың) қос фазалы көлемдік коэффициенті (алғашқы қысым мөлшерінің (p_o) теңдеу құру сәтіндегі қысым мөлшеріне дейін (p) азаюы салдарынан, мұнайдың газдан арылуына байланысты сол мұнайдың көлем бірлігінің өзгеруін ескеретін коэффициент); r_p – орташа өтпелі

қойнауқаттық қысым жағдайындағы (p) газдың мұнайда ерігіштігі, m^3/m^3 (стандарттық жағдайға келтірілген); r_o – орташа бастапқы қойнауқаттық қысым жағдайындағы (p_o) газдың мұнайда ерігіштігі, m^3/m^3 (стандарттық жағдайға келтірілген); b_l – есептеу сәтіндегі қысым мөлшерінде (p) мұнайда $r_p \cdot m^3$ газ еруі жағдайына сай келетін қойнауқаттық мұнайдың қос фазалы көлемдік коэффициенті; b_o – игерудің басталу сәтіндегі қысым мөлшерінде (p_o) мұнайда $r_o \cdot m^3$ газ еруі жағдайына сәйкес келетін қойнауқаттық мұнайдың бір фазалық көлемдік коэффициенті; v және v_o – қойнауқаттық газдың есептеу сәтінде өлшенген қысым (p) және игерудің басталу сәтінде өлшенген қысым (p_o) жағдайларындағы көлемдік коэффициенттері; W – қысым көрсеткіші p_o -ден p -ға дейін төмендеуі (азаюы) барысында қойнауқатқа еніп үлгерген жерасты суының мөлшері, m^3 (стандарттық жағдайда өлшенген); w – қысым көрсеткіші p_o -ден p -ға дейін төмендеуі (азаюы) барысында өндірілген жерасты суының мөлшері, m^3 (стандарттық жағдайда өлшенген); w_i – қысым көрсеткіші p_o -ден p -ға дейін төмендеуі (азаюы) барысында ұңғымаға сырттан тоғытылған су мөлшері, m^3 (стандарттық жағдайда өлшенген); g_i – жоғарыда аталған кезең барысында ұңғымаға сырттан тоғытылған газ мөлшері, m^3 (стандарттық жағдайда өлшенген); δ – қойнауқаттық жағдайдағы газды тақияға шоғырланған газ көлемінің сол қойнауқаттық жағдайдағы құрамында еріген газы бар мұнай шоғырының көлеміне қатынасы; өнімді қойнауқат қалыңдығы тұрақты түрде сақталған жағдайда, аталған қатынас газдылық шектемесімен (контурымен) шектелген бөлікше ауданының сулылық, газдылық шектемелері (контурлары) аралығына орналасқан мұнайлы бөлікше ауданына қатынасымен өлшенеді:

$$\delta = Q_c \cdot v_o : Q_o \cdot b_o \quad (10.11)$$

$Q_o, Q_c, r_p, r_o, W, w_i, w, g_i, b_l, b_o$ және δ нәтижелері (көрсеткіштері) арнаулы өлшеулер нәтижесінде не арнайы тұрғызылған графиялық материалдар негізінде анықталады. p_o -дегі v_o мөлшерлі және p -дегі v мөлшерлі қойнауқаттық газдардың көлемдік коэффициенттері 10.12-тендеу көмегімен анықталады:

$$v = 1,033 \cdot p \cdot (T+t_{көй.}): (T+t_{cm.}) \cdot Z = 0,00351 \cdot Z \cdot (T+t_{көй.}): p, \quad (10.12)$$

мұндағы Z – газдардың өзіндік құрамы жайлы деректер негізінде анықталған p_o және p мөлшерлі қысымдар жағдайындағы көмірсутектік газдардың сығылғыштық коэффициенті;

$t_{қой}$ – қойнауқаттық температура, °С; $t_{см}$ – 20 °С-қа тең стандарттық температура; T – абсолюттік температура.

Қойнауқаттық жағдайдағы мұнайлы-газды қоспаның қос фазалы коэффициенті 10.13-теңдеу көмегімен анықталады:

$$b_1 = b + (r_o - r) \cdot v. \quad (10.13)$$

Ұңғыма оқпанына сырттан су тоғытылмаған ($w_i=0$), сол сияқты жерасты сулары өнімді қойнауқатқа енбеген (кірікпеген) жағдайда ($W=0$), өнімді қойнауқаттың газды тақиясы болмаған жағдайда ($\delta=0$) қорларды есептеуге қажетті басты теңдеу болып табылатын 10.10-теңдеу айтарлықтай өзгеріске ұшырай отырып, мейілінше қарапайым түрді иеленетін болады.

10.5. Газ қорларын есептеу әдістері

Табиғи жағдайда газ шоғырлары таза газ жатындары дербес газ кенорны түрінде, газды-мұнайлы кенорындардың газды тақиясы, сол сияқты мұнайда еріген газ жатындары түрінде ұшырасады. Соңғы жағдайдың өзінде, яғни газ массалары мұнай жатынында еріген түрде ұшырасқанның өзінде, оның қоры айтарлықтай мол болуы мүмкін. Газдың осы мөлшерлерінің өзі-ақ, жергілікті өнеркәсіп қажеттіліктерін қанағаттандырумен ғана шектеліп қалмай, ірі-ірі өнеркәсіп орталықтарын (синтетикалық шикізат зауыттарын, газды бензин өндірісін, т.с.с.) қажетті шикізатпен қамтамасыз етуге де жетерлік дәрежеде болуы мүмкін.

Газ шоғырларының жер қойнауында әртүрлі жағдайларда ұшырасуына байланысты, олардың қорларын анықтау әдістері де түрліше болып келетіндігі түсінікті. Дербес газ қорларын есептеудің қазіргі тандағы тәжірибесіне сай, мұндай әдістердің екі түрі дараланады. Олар "газ қорларын есептеудің көлемдік әдісі" және "газ қорларын есептеуге қысымның төмендеу мәліметтерін пайдалану әдісі" деп аталады. "Мұнайда еріген газдардың қорларын есептеу" бұлардан өзгеше, мұндай есептеу арнаулы әдістеме көмегімен жүзеге асырылады.

Газ қорларын есептеудің көлемдік әдісі – дербес газ кенорнының немесе мұнай кенорнындағы газды тақия шоғырының газын өндіру барысында қысым мен температураның өзгеруіне байланысты газ мөлшерінің де өзгерістерге ұшырау заңдылықтарын саралауға негізделген. Таза газ жатындарында да, газды тақия жағдайында да газ массалары таужыныстардың кеуектері мен қуыстарында шоғыраланатындығы белгілі. Мұндай кеуектер мен

қуыстарда газ массаларымен бірге жерасты суларының тамшылары да болады. Өнімді қойнауқаттың аталған кеңістіктерінде шоғырланған газ массаларының мөлшерлік көрсеткішіне қойнауқаттық қысым мен температура көрсеткіштері айтарлықтай әсер етеді. Тағы бір ескеретін мәселе – табиғи газдың өзіндік ерекшеліктері мінсіз газдардың (газы идеальные) өзіндік ерекшеліктерінен өзгешелеу болуына байланысты алғашқыларының өзгерістері барысында Бойл–Мариот заңдылығынан ауытқуын ескеретін түзетулер енгізілуі тиістілігі.

Сонымен, газ қорларын көлемдік әдіс көмегімен анықтау теңдеуі төмендегідей:

$$V_{\text{он.}} = F \cdot h \cdot m \cdot k_2 \cdot (p_o \cdot \alpha_o - p_k \cdot \alpha_k) \cdot f \cdot \eta, \quad (10.14)$$

мұндағы $V_{\text{он.}}$ – игеруді бастар алдындағы өндірілмек (өнеркәсіптік) қорлар, m^3 ; F – газдылықтың бастапқы шектемесі (контуры) ауқымындағы жатын ауданы, m^2 ; h – орташа тиімді газбен қаныққан қалыңдық, m ; m – орташа ашық кеуектілік коэффициенті; k_2 – орташа газбен қанығу коэффициенті; p_o – газ жатынындағы орташа алғашқы абсолюттік қойнауқаттық қысым, *атм.*; p_k – газдың өнеркәсіптік қорын өндіріп болып, ұңғыма ернеуіндегі қысым мөлшері 1 ат. -ға тең болған сәттегі орташа абсолюттік ақырғы (қалдық) қысым мөлшері, *ат.*; α_o және α_k – көмірсутектік газдардың Бойл–Мориот заңдылығынан ауытқуына енгізілетін, p_o және p_k қысым мөлшерлеріне сәйкесетін түзетулер; f – газдың көлемін стандарттық температура жағдайына келтіру үшін енгізілетін температуралық түзету; η – газ беру коэффициенті (коэффициент газоотдачи).

Газдылықтың бастапқы шектемесі (контуры) ауқымындағы жатын ауданын (F), орташа тиімді газбен қаныққан қалыңдықты (h), орташа ашық кеуектілік коэффициентін (m) және орташа газбен қанығу коэффициентін (k_2) анықтау тәсілдерінің мұнай қорларын көлемдік әдіс көмегімен есептеу барысындағы осы параметрлерді анықтау тәсілдерінен айырмашылығы жоқ (бұл мәселелер оқулығымыздың 10.4-тақырыбы көлемінде айтылды).

Жанадан ашылған немесе бұрыннан игеріліп жатқан кенорындарда газ жатынындағы орташа алғашқы абсолюттік қойнауқаттық қысым (p_o) ретінде – ернеуі уақытша ғана жабылған ең алғашқы барлау ұңғымаларының бірінде өлшенген ең жоғарғы қысым көрсеткіші алынады. Алайда, осылайша анықталған қысым көрсеткіші ернеулік жағдайдан, қойнауқаттық жағдайға ұңғымадағы газ бағанының салмағын ескере отырып алмастырылуы тиіс, яғни алынған көрсеткішке арнаулы түзету енгізілуі тиіс.

Жабық ұңғыма ернеуінде өлшенген монометрлік қысым мөлшерін қойнауқаттық жағдайдағы (ұңғыма түбіндегі) қысым мөлшеріне алмастырудың ең қарапайым жолдарының бірі төмендегі теңдеумен анықталады:

$$P_{\gamma.m.} = p_m + (p_m \cdot H \cdot \gamma) : 7737, \quad (10.15)$$

мұндағы $p_{\gamma.m.}$ – жабық ұңғыма түбіндегі (қойнауқаттық) статикалық қысым, *атм.*; p_m – жабық ұңғыма ернеуіндегі монометрлік қысым, *атм.*; H – газды қойнауқат жабынының (кровля) тереңдігі, *м*; γ – газдың ауа бойынша анықталған меншікті салмағы, *кг/м³*; 7734 – 1 *атм.* қысымға сәйкес келетін ауа бағаны (1 *м³* ауаның салмағы 1,293 *кг*, 1 *м³* судың салмағы 1000 *кг*, ал ауа суға қарағанда 1000:1,293=773,4 есе жеңілдеу).

Алайда, 10.15-теңдеу газ қысымы көрсеткіштерінің бүкіл ұңғыма бойына өзгеру болмысын ескере алмайды. Олай болса, қойнауқаттық қысым мөлшерін (статикалық оқпан түбінің қысымын) ұңғыма ернеуінде өлшенген монометрлік қысым көрсеткішін пайдалана отырып біршама дәл анықтау үшін 10.16-формулану қолдануға болады:

$$P_{\gamma.m.} = p_m \cdot e^{f1293 \cdot 10^{-9} \cdot H \cdot \gamma} \quad (10.16)$$

мұндағы e – мөлшері 2,718-ге тең натуралық логарифмдердің негізі; H – газды қойнауқат жабынының (кровля) тереңдігі, *см*; $p_{\gamma.m.}$ – жабық ұңғыма түбіндегі (қойнауқаттық) статикалық қысым, *атм.*; p_m – жабық ұңғыма ернеуіндегі монометрлік қысым, *атм.*; γ – газдың ауа бойынша анықталған меншікті салмағы, *кг/м³*;

Егер газбен қаныққан қойнауқат тұтас емес, яғни бір-бірімен байланысы жоқ жекелеген лизалардан немесе қабатшалардан тұратын болса, онда қысым мөлшерін анықтау шаралары да, қорларды есептеу шаралары да әрбір линза немесе қабатша бойынша жеке-жеке жүргізілуі тиіс.

Газдың орташа абсолюттік ақырғы (қалдық) қысым мөлшері (p_a) өнімді қойнауқатқа шектемелік су массалары құйылмаған жағдайда, газды жатынды игеру процесі аяқталған сәттегі ұңғыма ернеуіндегі қысым мөлшері атмосфералық қысымға тең болу тиістілігі тұрғысынан анықталады. Осы тұрғыдан алғанда, орташа қойнауқаттық қысым 10.17-теңдеу көмегімен анықталуы тиіс:

$$P_a = e^{f1293 \cdot 10^{-9} \cdot H \cdot \gamma} \quad (10.17)$$

мұндағығы e – натуралық логарифмдердің негізі; H – ұңғыма оқпанының тереңдігі, *см*; $p_{\gamma.m.}$ – жабық ұңғыма түбіндегі (қойнауқаттық) статикалық қысым, *атм.*; p_m – жабық ұңғыма

ернеуіндегі монометрлік қысым, атм.; γ – газдың ауа бойынша анықталған меншікті салмағы, кг/м³;

Көмірсутектік газдардың Бойл–Мориот заңдылығынан ауытқуына енгізілетін, p_0 және p_k қысым мөлшерлеріне сәйкесетін түзетулер (α_0 және α_k), газдың сығылғыштық коэффициенті жайлы мәліметтер бойынша $\alpha=1 : Z$ теңдеуі көмегімен анықталады. Мұндағы $Z=pV : RT$, оның мәні әдетте арнаулы график көмегімен табылады.

Газдың көлемін стандарттық температура жағдайына келтіру үшін енгізілетін температуралық түзету (f) төмендегі теңдеу көмегімен анықталады:

$$f = (T+t_{cm}) : (T+t_{қой}); \quad (10.18)$$

мұндағы T – абсолюттік температура, ол 273°C-қа тең; t_{cm} – стандарттық температура, ол 20°C-қа тең; $t_{қой}$ – қойнауқаттық температура, °C.

Газ беру коэффициенті (η) орта есеппен 0,60-0,99 аралығында өзгертіндігі, мұнай-газ кәсіпшіліктерінің ондаған жылдар бойы жинақтаған іс-тәжірибесінен белгілі. Бұл көрсеткіштің мәні көбінесе жинауыштың сипатына, жатынның жұмыс режимі мен газ қорының мөлшеріне байланысты өзгереді. Алайда, белгілі болған бірден-бір заңдылық – газ жатыны неғұрлым ірі болса, оның газ беру коэффициенті де солғұрлым жоғары көрсеткіштермен сипатталатындығы.

Газ қорларын есептеудің көлемдік әдісі барынша кеңінен пайдаланылатын әдіс болып табылады. Себебі, бұл әдіс кез келген режиммен сипатталатын дербес газ жатындарының қорларын есептеп шығаруға қабілетті. Солай бола тұра, көлемдік әдіс көмегімен газ жатынының қорларын есептеу үшін, әсіресе жоғары категориялы қорларды есептеуде сол жатын өте мұқият, әрі жан-жақты зерттелуі тиіс. Бұл орайда әсіресе газ жатынының шекараларын барынша дәл анықтау қажеттілігі туындайды. Өйтпеген жағдайда газдың дәлме-дәл мөлшерін, яғни қорын анықтау да мүмкін емес екендігі өзінен-өзі түсінікті. Жалпы алғанда, газ жатындарының шекараларын дәлме-дәл анықтауға қажетті ұңғымалар саны осындай мұнай жатындарының шекараларын анықтауға қажетті ұңғымалар санынан азырақ болып келеді (бұл газ жатындарының өзіндік ерекшеліктеріне байланысты). Алайда, газ жатыны мейілінше күрделі геологиялық құрылымдармен сипатталған жағдайда олардың шекараларын дәл анықтауға қажетті ұңғымалар саны да айтарлықтай артатын болады.

Газ жатындарын өнеркәсіптік тұрғыдан ең ұтымды барлаудың қазіргі кезде қалыптасқан ең басты принципіне сай, жатынды барлауға

бұрғыланған бүкіл ұңғымалар саны – сол жатынды игеруге қажетті ұңғымалар санынан артық болмауы тиіс. Алайда, мұндай талап газ жатынының барлану дәрежесіне және оның сапасына кері әсерін тигізбеуі тиіс, яғни әрбір нақтылы жағдайда бұл мәселеге нақтылы талаптар тұрғысынан қараған жөн.

Сойтіп жоғарыда келтірілген ескертпеге сәйкес, газ қорларын есептеудің екінші әдісінің, яғни "газ қорларын есептеуге қысымның төмендеуін пайдалану әдісінің" рөлі айтарлықтай артады.

Газ қорларын есептеуге – қысымның төмендеу мәліметтерін пайдалану әдісі газ жатынының шекараларын анықтауды қажет етпейді. Бұл әдіс қойнауқаттық қысым мөлшері 1 атм.-ға төмендеуі (азаяуы) барысында өндіріліп алынған газ мөлшері сол газ жатынын игеру кезеңінде үнемі тұрақты түрде сақталады деген қағидаға негізделеді. Сондықтан қорларды есептеудің бұл әдісі тек қана газарының газ жатынының қорларын есептеуге жарамды. Газ жатынына аталған режиммен қатар – суарынды режим де тән болған жағдайда оның қорларын қысымның төмендеу мәліметтерін пайдалану әдісімен анықтау үшін арнаулы түзетулер енгізу қажет.

Газ жатынын белгілі бір уақыт аралығында өндіргенде, оны игеруге қажетті параметрлер тұрақты түрде өзгеріп отырады. Бұл өзгеріс сұлбасы 10.2-кестеде келтірілген.

10.2-кесте

Игеру параметрлері	Игеруді бастар алдында	1-өлшеу сәтінде	2-өлшеу сәтінде
Қойнауқаттық қысым, атм.	p_o	p_1	p_2
Үстемеленген газ өнімі, м ³	Q_o	Q_1	Q_2

Кестеде келтірілген параметрлерді негізге алар болсақ, газдың Q_1 -ға тең мөлшері қойнауқаттық қысым p_o -ден p_1 -ге дейін, ал Q_2-Q_1 мөлшері қысым p_1 -ден p_2 -ге дейін азайғанда өндіріліп алынған болып шығады. Олай болса, өндірудің кез келген мерзімінде қойнауқаттық қысымның 1 атм.-ға азайғанда өндіріліп алынған газ мөлшері (q) төмендегі теңдеулер көмегімен анықталатын болады:

$$q_1 = Q_1 : (p_o - p_1); \quad q_2 = (Q_2 - Q_1) : (p_1 - p_2). \quad (10.19)$$

$Q_1 : (p_o - p_1)$ және $(Q_2 - Q_1) : (p_1 - p_2)$ мөлшерлері бір-біріне тең болған жағдайда, бұдан былай қарай да бірте-бірте төмендеген қойнауқаттық қысым өзінің ең ақырғы көрсеткішіне ($p_{ак}$) жеткенге дейінгі уақыт аралығында сол қысым, әрбір 1 атм.-ға төмендеген

сайын өндірілетін газ мөлшері де бірдей көрсеткіштермен сипатталатын болады, яғни $q = q_1 = q_2 = \text{т.с.с.}$

Осы шарт сақталған жағдайда, газдың кез келген датаға тиесілі қалдық өнеркәсіптік қорын (V) төмендегі теңдеу көмегімен есептеп шығаруға болады:

$$V = (Q_2 - Q_1) \cdot (p_2 \alpha_2 - p_{aq} \alpha_{aq}) : (p_1 \alpha_1 - p_2 \alpha_2), \quad (10.20)$$

мұндағы $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_{aq}$ – көмірсутектік газдардың Бойл–Мориот заңдылығынан ауытқуына енгізілетін, p_1, p_2 және p_{aq} қысым мөлшерлеріне сәйкесетін түзетулер.

Егер газ жатынының белгілі бір бөлігі азын-аулақ мөлшерде болса да қойнауқаттық су арыны көмегімен немесе жүйенің серпінділік қасиеті әсерімен ығыстырылып шығарылған (өндіріліп алынған) жағдайда, газ қорларын қысымның төмендеу мәліметтерін пайдалану әдісі көмегімен есептеуге төмендегі теңдеу қолданылады:

$$V = (Q_2 - Q_1 - Q') \cdot p_2 \alpha_2 : (p_1 \alpha_1 - p_2 \alpha_2); \quad (10.21)$$

мұндағы Q' – қойнауқаттық судың арыны көмегімен немесе жүйенің серпінділігі әсерімен өндіріліп алынған газ мөлшері, m^3 . Осылайша ығыстырылып шығарылған газ мөлшері (Q') қойнауқаттық қысым тұрақты сақталса да, ұңғыма оқпанынан ығыстырып шығарылуы тоқталмаған уақыт аралығында өндіріліп алынған газ мөлшеріне сәйкес келеді.

Газ қорларын қысымның төмендеу мәліметтерін пайдалану әдісі көмегімен есептеу барысында, қойнауқаттық қысым мен газ дебиті көрсеткіштерін өлшеу жұмыстары өте дәл жүргізілуі тиіс. Тағы бір ескеруді қажет ететін мәселе – газ қорларын есептеудің бұл әдісі тек қана газдың өндірілмек қорларын анықтауда қолданылады.

Мұнайда еріген газ қорларын есептеу әдісі – еріген газдың кәделі қоры мен өндірілмек қорын сол жатындағы мұнайдың кәделі және өндірілмек қорларының мөлшерлерін осы мұнайдың бастапқы газ кіріктіру мөлшеріне көбейтіндісі түрінде анықтау әдісі; мұнайдың бастапқы газ кіріктіру мөлшері сол мұнайдың бір фазалы жағдайын сипаттайтын қойнаулық сынамаларды зерттеу нәтижесінде анықталады.

Мұнай құрамында еріген түрде ұшырасатын газдың кәделі қорлары сол мұнай жатынын өндірудің кез келген режимі жағдайында төмендегі қарапайым теңдеулерді шешу арқылы анықталады:

$$V_{кэд.} = Q_{кэд.} \cdot r_o; \quad (10.22)$$

$$V_{кэд.} = Q_{кэд.} \cdot r_{2.ф.}; \quad (10.23)$$

бұлардағы $V_{кэд.}$ – мұнайда еріген газдардың кәделі қорлары, m^3 ; $Q_{кэд.}$ – мұнайдың кәделі қоры, m^3 ; r_o – алғашқы қойнауқаттық қысым жағдайындағы (p_o) мұнайда еріген газ мөлшері, m^3/m^3 ; $r_{2.ф.}$ – алғашқы орташа газдық фактор, m^3/m^3 .

Қорларды есептеуге 10.22 немесе 10.2-теңдеулердің қайсысын таңдау қажеттілігі мұнайдың еріген газбен қанығу дәрежесіне байланысты: кенорынды игерер алдында тереңдіктерден сынама алынған жағдайда,

мұнайда еріген газ қорын анықтауға сол сынаманы зерттеу нәтижесінде белгілі болған r_o мөлшерін, яғни алғашқы теңдеуді (10.22) пайдаланады; тереңдіктерден, яғни өнімді қойнауқаттан сынама алынбаған жағдайда r_o және $r_{z.ф.}$ мөлшерлері арнаулы геологиялық әдебиеттерде келтірілген арнаулы график көмегімен анықталады. Бұл график газдық фактор мен газдың мұнайда ерігіштігі жайлы мәліметтерді салыстырмалы түрде саралау нәтижесінде қойнауқаттық қысымдар мен мұнайдағы газ қасиеттерін жан-жақты ескере отырып тұрғызылған. Бұл орайда, егер $r_{z.ф.}$ мөлшері r_o мөлшерінен артық болса, қорларды есептеуге r_o мөлшері қолданылады. Ал $r_{z.ф.}$ мөлшері r_o мөлшерінен кем болған жағдайда, қорларды есептеуге $r_{z.ф.}$ мөлшері қолданылатын болады. Мұнайда еріген газдардың өндірілмек қорын есептеп шығару үшін 10.24-теңдеу пайдаланылады:

$$V_{он.} = V_{кэд.} - V_{қал.}; \quad (10.24)$$

мұндағы $V_{он.}$ – мұнайда еріген газдардың өндірілмек қоры, $м^3$; $V_{кэд.}$ – мұнайда еріген газдардың кәделі қоры, $м^3$; $V_{қал.}$ – мұнайда еріген газдың қалдық өндірілмейтін қорлары, $м^3$.

Қойнауқаттық қысым мен газдық фактор көрсеткіштері уақыт барысында тұрақты түрде сақталатын суарынды режиммен сипатталатын жатын жағдайында жоғарыдағы 10.24-теңдеу төмендегі түрде өрнектелетін болады:

$$V_{он.} = Q_{кэд.} \cdot r_o - Q_{қал.} \cdot r_o = Q_{он.} \cdot r_o; \quad (10.25)$$

$$V_{он.} = Q_{кэд.} \cdot r_{z.ф.} - Q_{қал.} \cdot r_{z.ф.} = Q_{он.} \cdot r_{z.ф.}. \quad (10.26)$$

Қорларды есептеуге 10.25- немесе 10.26-теңдеулердің қайсысын таңдау қажеттілігі шарты, жоғарыда сөз болған 10.22- немесе 10.23-теңдеулердің бірін таңдау шартына ұқсас.

Газды-конденсатты кенорындардағы газ қорын есептеу шаралары да газ қорларын есептеудің жоғарыда сөз болған екі әдісі көмегімен – көлемдік және қысымның төмендеу мәліметтерін пайдалану әдісімен – анықталады. Газды-конденсатты кенорындағы газ қоры аталған әдістермен есептеліп шығарылғаннан кейін ондағы конденсат мөлшері газдың әрбір $1 м^3$ -індегі конденсаттың орташа мөлшерін ($см^3$ өлшемімен) анықтау тұрғысынан есептеліп шығарылады. Бұл орайда әуелі конденсаттың қойнауқаттық жағдайдағы мөлшері анықталады. Содан кейін газды сеперациялаудың әртүрлі режимдеріндегі тұрақты конденсат мөлшері, газдың фракциялық құрамы мен оның тығыздығы анықталады. Бұл орайда басты ескерілуі тиіс бір мәселе – газдың құрам ерекшеліктеріне қарай олардың тығыздық көрсеткіштері де әртүрлі болатындығы; қорларды есептеу барысында осы жайт ескерілуі тиіс.

Тұрақты конденсат қорларын есептеу әдісі. Газды-конденсатты жатындағы тұрақты конденсаттың кәделі қоры, дербес газ мөлшерінің жатындағы тұрақты конденсаттың бүкіл мүмкін мөлшеріне көбейтіндісі ретінде анықталса, өндірілмек қоры тұрақты конденсаттың кәделі қоры мен жатынды игеру барысындағы бүкіл газ шығындарының айырмасы түрінде анықталады.

Тарау бойынша бақылау сұрақтары

1. Мұнай қорларының іс-тәжірибеде жиі қолданылатын атауларын атап, олардың анықтамаларын беріңіз.

2. Мұнайдың өндірілмек қорлары қалай анықталады?

3. Мұнай мен газ қорларының А категориясын анықтау шарттары қандай, бұл категориядағы қорларды есептеу үшін қандай мәліметтер пайдаланылады?

4. Мұнай мен газ қорларының В категориясын анықтау шарттары қандай, бұл категориядағы қорларды есептеу жұмыстары қандай мәліметтерге негізделеді?

5. Мұнай мен газ қорларының C_1 және C_2 категорияларын анықтау ерекшеліктері мен ережелерін атаңыз.

6. Мұнай қорларын есептеудің көлемдік әдісін сипаттаңыз, есептеу теңдеуін жазып, осы теңдеуге кіретін параметрлерді санамапап шығыңыз.

7. Мұнай қорларын есептеудің көлемдік әдісін қолдануға қажетті төмендегі параметрлер қалай анықталатындығын айтыңыз: а) мұнайлы алаңшаның ауданы; ә) мұнаймен қаныққан қойнауқаттың орташа қалыңдығы; б) жинауыштың ашық кеуектілігінің орташа коэффициенті.

8. Мұнай қорларын есептеудің көлемдік әдісін қолдануға қажетті төмендегі параметрлер қалай анықталатындығын айтыңыз: в) орташа мұнаймен қанығу коэффициенті; г) мұнай беру коэффициенті.

9. Мұнай қорларын есептеудің көлемдік әдісін қолдануға қажетті төмендегі параметрлер қалай анықталатындығын айтыңыз: д) кері есептеу коэффициенті; е) қойнауқаттық мұнайдың көлемдік коэффициенті; е) мұнайдың жер беті жағдайына келтірілген орташа тығыздығы.

10. Мұнай қорларын есептеудің көлемдік әдісінің көлемдік-статикалық, гектарлық және көлемдік-тектік варианттарын сипаттаңыз. Бұл варианттарды пайдалану барысында қандай теңдеулер қолданылады, бұл теңдеулерге кіретін параметрлер қандай?

11. Мұнай қорларын есептеудің статикалық әдісін сипаттаңыз.

12. Мұнай қорларын есептеудің материалдық теңдестік әдісін сипаттаңыз. Бұл әдісті пайдалануға қажетті теңдеуді жазып, осы теңдеуге кіретін параметрлерді атаңыз.

13. Газ қорларын анықтаудың көлемдік әдісі қандай заңдылықтарды саралауға негізделген? Бұл әдіс көмегімен қорды есептеу теңдеуін жазыңыз.

14. Газ қорларын есептеудің көлемдік әдісін пайдалану барысында қолданылатын теңдеуге кіретін параметрлерді атаңыз және олар қалайша анықталатындығын айтып беріңіз.

15. Газ қорларын есептеуге қысымның төмендеу мәліметтерін пайдалану әдісін сипаттаңыз. Бұл әдіске қажетті теңдеуді жазып, сол теңдеуге кіретін параметрлер қалайша анықталатындығын айтып беріңіз.

16. Мұнайда еріген газ қорларын есептеу әдісін сипаттаңыз. Бұл әдіске қажетті теңдеуді жазып, сол теңдеуге кіретін параметрлер қалайша анықталатындығын айтып беріңіз.

11. МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ КЕНОРЫНДАРЫН ИГЕРУДІҢ ӨНДІРІСТІК-ГЕОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

11.1. Мұнай және газ кенорындарын тиімді игерудің жалпылама мәселелері

Кенорында геологиялық-геофизикалық зерттеу жұмыстарының кешені толығымен жүргізіліп, оны барлау және оның геологиялық қорын есептеп шығару шаралары жүзеге асырылғаннан кейін осы кенорынды игеру жұмыстары басталады. Кенорынды игеру, яғни одан мұнай мен газ өнімдерін өндіру жұмыстары геология ғылымының теориялық тұжырымдарына, игеру нысандарының геологиялық-құрылымдық ерекшеліктеріне және өнімді қойнауқатты сынамалау мен геологиялық бақылау жұмыстары нәтижесінде анықталған мұнайлылық-газдылық дәрежесіне негізделі отырып жасақталған **игеру жобасына** сәйкес жүргізіледі. Барланып біткен кенорынның есептеліп шығарылған қорларын ең жаңа технологияларды қолдана отырып жер бетіне шығару процесі мұнайды немесе газды **өндіру процесі** деп аталады.

Нақтылы кенорыннан мұнай не газ өндіру процесі жер қойнауындағы флюидтердің гидродинамикалық ерекшеліктері мен өзара байланыстары жайлы ғылыми-тәжірибелік тұжырымдар нәтижесінде құрастырылған, өнімді горизонттардың құрылымдық карталары бетінде белгілі бір заңдылықтарға сәйкес белгіленген нүктелерге орналастырылған игерім ұңғымалары көмегімен жүзеге асырылады. Соңғы онжылдықтарда жинақталған іс-тәжірибеге сай, мұнай мен газ кенорындарының қорларын неғұрлым ұтымды түрде игеру жұмыстары негізінен қойнауқаттық қысым деңгейін шама келгенше ұзақ уақыт жоғары дәрежеде ұстап тұру шараларын қамтамасыз етуге негізделген. Оқулығымыздың өткен тарауларында атап көрсеткеніміздей (8-тарау), қойнауқаттық қысым дәрежесін жоғары деңгейде ұстап тұрудың жасанды әдістері негізінен өнімді қойнауқаттарға жер бетінен әртүрлі агенттерді (су, арнаулы ерітінділер, мұнай, газ, ауа, т.с.с.) айдау негізінде жүзеге асырылады. Бұл үшін арнаулы қосымша ұңғымалар (мәселен, тоғыту ұңғымалары) бұрғыланады немесе бұрынырақ бұрғыланған барлау ұңғымалары пайдаланылады. Осылайша, мұнай (газ) өндіру алаңшасында осы пайдалы қазбаларды ұтымды түрде игерудің игерім ұңғымаларынан және арнаулы ұңғымалардан тұратын біртұтас жүйесі жасақталады.

Мұнай-газ кенорындарынан өнім алудың ұтымды жолдарын алдын ала белгілеп беретін **игеру жобаларында**, мына мәселелер қамтылуы тиіс:

- кенорын бойынша өнімді қойнауқаттарды бір-бірімен топтастырып немесе оларды жеке-жеке игерудің өзіндік сұлбасын анықтау, бұл екі әдістің екеуі де қолданылатын болса, олардың реттілігін нақтылау;

- кенорын қимасында жекелеген өнімді горизонттардың орналасу орнын оқшаулау, игерім ұңғымалары орналастырылатын торлардың пішіндерін, осы торлардағы әрбір көршілес ұңғымалар аралығының қашықтықтарын негіздеу. Бұл ұңғымаларды бұрғылау реттілігі мен қойнауқаттарға қосымша энергия енгізу жұмыстарының болмыс-бітімі мен мазмұнын анықтау;

- игерім ұңғымаларының жұмыс режимдерін дәлелдеу және ұңғымадан мұнай немесе газ өндірудің әдіс-тәсілдерін нақтылау;

- мұнай және газ кенорындарын тиімді түрде игеруді қамтамасыз ететін техникалық-шаруашылық базаларын құру жұмыстарының мазмұны мен көлемін, сол сияқты белгіленген экономикалық көрсеткіштерді орындау шараларын ашып көрсету.

Өнімді қойнауқатқа сырттан әсер ету арқылы қойнауқаттық қысым мөлшері ұзақ уақыттар бойына жоғары дәрежеде сақталуы нәтижесінде мұнайдың (газдың) анықталған қоры мүмкіншілігінше молырақ өндірілген және кенорынды игеру шығыны табылатын табыстан айтарлықтай аз болған жағдайда **мұнай (газ) өндірудің ұтымды жүйесі** (рациональная система разработки) жасақталды деп есептеледі.

11.2. Игеру жүйелерін топтастыру

Мұнай кенорындары көбінесе, тіпті үнемі дерлік тек бір ғана өнімді қойнауқаттан тұрмайды, яғни олардың қимасында әдетте бірнеше өнімді горизонттар ұшырасады. Осыған байланысты мұнай кенорынның игерудің үш түрлі жүйесі қолданылады. Олар – жоғарыдан төмен қарай игеру, төменнен жоғары қарай және аралас тәртіпте (төменнен жоғары–жоғарыдан төмен) игеру деп аталады. Кенорынды игерудің жалпылама сұлбасы анықталғаннан кейін оның қорын мүмкіншілігінше тиімдірек игеру мақсатында кенорын қимасындағы ең негізгі горизонт анықталады да, қалған қосалқы горизонттар осы басты горизонтқа бағынышты түрде игерілетін болады. Кенорын қимасындағы негізгі, яғни басты горизонт рөлін қимада ұшырасатын бүкіл өнімді қойнауқаттар ішіндегі ең қалыңы, яғни өзіне шоғырланған мұнай қоры да мейілінше мол болып табылатын бірегей горизонт атқаратын болады.

Қимасында бірнеше өнімді қойнауқаттары бар кенорынды игерудің ұтымды жүйесін жобалау барысында мұнайлы свитаны "игеру қабаттары" мен "игеру нысандарына" жіктеу шаралары маңызды рөл атқарады. **Игеру қабаты** дегеніміз – дербес ұңғымалар торабымен игерілуі тиіс бір мұнайлы горизонтты кіркітіретін немесе бірнеше мұнайлы горизонтты біріктіретін кенорын қимасының арнаулы бөлігі, яғни ұңғымалардың жекелеген сериясы көмегімен игерілетін игеру нысандарының нақтылы тобы. **Игеру нысаны** дегеніміз – игерім ұңғымалары көмегімен бір мезетте игерілетін бір немесе бірнеше қойнауқаттар тобы.

Мұнайлы свитаны игеру қабаттарына жіктеу барысында төмендегі негізгі шарттар орындалуы тиіс: а) мұнайлы свита қимасының ауқымында дараланған игеру қабаттарының саны әдетте үштен артық болмағаны дұрыс. Себебі, бір ғана игерім алаңшасы ауқымында ұңғымалардың үш түрлі сериясынан көбірек ұңғымалар бұрғылау – кенорынды игерудің экономикалық тиімділігін айтарлықтай төмендететін болады; ә) игеру қабатын оқшаулау барысында игеру өнімділігінің ең жоғары көрсеткішімен сипатталатын ең басты және базалық қойнауқат, өнімділігі әлдеқайда аз және игеруге кейінірек оралатын өзге қойнауқаттармен салыстырғанда, кенорын қимасында төменірек орналасуы ұтымды болатындығын ескерген дұрыс; бұл жәйт базалық горизонтты игеру шараларын мейлінше ұтымды түрде ұйымдастыруға, сөйтіп қимада одан жоғарырақ орналасқан қосалқы горизонттарды игеру жұмыстарын базалық горизонт мұнайы сарқылып біткеннен кейін ғана жүргізе бастауға мүмкіндік беретін болады.

Көп қабатты кенорындарды игеру тиімділігін арттыру мақсатында бірнеше қойнауқаттарды топтастыра отырып, оларды біріктіріп игеру шараларына айырықша мән беріледі. Бірнеше өнімді қойнауқаттарды бір ғана игеру нысанына дұрыс топтастыру игерім ұңғымаларының өнімділігін айтарлықтай жоғарылатып, олардың "тиімділік ұзақтығын" да арттырады. Бірнеше қойнауқаттарды бір ғана *игеру нысанына топтастыру* барысында мына мәселелер қатаң ескерілуі тиіс:

- топтастырылған қойнауқаттар мұнайының сапасы технологиялық тұрғыдан бірдей параметрлермен сипатталуы тиіс;

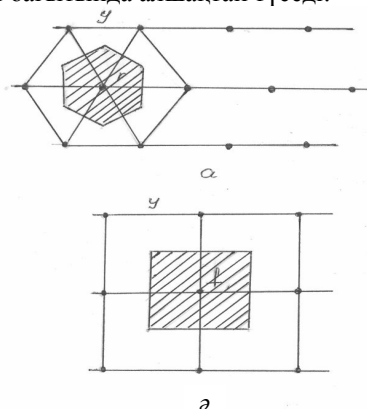
- топтастырылған қойнауқаттардың литологиялық-физикалық сипаттары (литологиялық құрамы, қалыңдығы, кеуектілігі, өтімділігі т.с.с.) ұқсас болуы тиіс;

- топтастырылған қойнауқаттардың энергетикалық қабілеттері, олардың жұмыс режимі және қойнауқаттық қысымдары ұқсас болуы тиіс; бірдей режиммен сипатталатын, бірақ энергетикалық қабілеттерінде азын-аулақ айырмашылықтары бар қойнауқаттар да кейбір жағдайларда бір ғана игеру нысанына топтастырылуы мүмкін. Алайда бұл жағдайда қойнауқатқа сырттан әсер ету шараларын жүзеге

асыру арқылы олардың аталған қабілеттерін ұқсас жағдайға келтіру мүмкіндігі жүзеге асырылуы тиіс;

- топтастырылған қойнауқаттардың геологиялық-кәсіпшілік көрсеткіштері де ұқсас болуы тиіс; бұл орайда ерекше ескерілуі тиіс шарт – сусыз мұнайлы қойнауқатты сулы-мұнайлы қойнауқатпен топтастыруға болмайтындығы. Себебі бұл жағдайда сусыз мұнайлы горизонт сумен тоғытылып кетеді де, игеру шараларына айтарлықтай кесел келтіретін болады.

Кенорындарды тиімді түрде игеріп, олардан мейлінше мол мөлшерде өнім алудың басты шарттарының бірі – игерім ұңғымаларының өнімді горизонттар ауқымына дұрыс орналастырылуын қамтамасыз ету. Кенорын қимасындағы өнімді горизонттардың мұнайлылығы, қалыңдыктары, еңістену көрсеткіштері, литологиялық ерекшеліктері, жинауыштық қабілеттері, осы горизонттарға кіріккен мұнай тамшыларының сапалық көрсеткіштері біршама ұқсас болған жағдайда, ондай горизонттар "дұрыс үшбұрыштар" немесе "дұрыс төртбұрыштар" құрайтын торларға сәйкес бұрғыланған ұңғымалар көмегімен игеріледі (4.1-сурет). Алайда жоғарыда көрсетілген параметрлері бір-біріне өте ұқсас горизонттар табиғатта сирек ұшырасады. Сондықтан игерім ұңғымаларын орыналастыру торының пішіні мен тораралық қашықтықтар мөлшері әрбір нақтылы жағдайға байланысты түрліше таңдалып отырады. Мәселен, өнімді қойнауқаттар қалыңдығы нақтылы бағытта бірте-бірте өзгерістерге ұшырайтындығы белгілі болған жағдайда, көршілес ұңғымалар аралығының қашықтықтары да өзгертіліп отырады: өнімді қойнауқат қалыңдығы бірте-бірте азаю бағытында ұңғымааралық қашықтық қысқарып, аталған қалыңдықтың бірте-бірте ұлғаюы бағытында алшақтай түседі.



11.1-сурет. Игерім ұңғымаларын теңөлшемді алты бұрышты (үшбұрышты) (а) және квадрат пішінді (ә) торларға сәйкес орналастыру сұлбалары

11.3. Мұнай кенорындарын игерудің жалпылама мәселелері

Өнімді қойнауқаттарының саны екеу-үшеуден аспаған жағдайда, кенорын қимасындағы жоғарырақ орналасқан қойнауқаттардың дебиті төменірек орналасқан горизонттар өнімділігінен айтарлықтай жоғары болған жағдайда, мұндай кенорынды игеру жоғарыдан төмен қарай бағытталған жүйеге сәйкес жүргізіледі. Кенорын қимасындағы өнімді қойнауқаттар саны үшеуден артық болған жағдайда, төменнен жоғары қарай немесе аралас тәртіпте игеру жүйелері қолданылатын болады. Аралас тәртіпте игеру – әсіресе кенорын қимасындағы өнімді қойнауқаттар саны айтарлықтай көп болған жағдайда қолданылады. Мұндай кенорындарды игеру жұмыстарын бастамас бұрын оларды игеру жүйесінің сұлбасы жобаланады, осы жобаға сәйкес, мұнайлы свита алдын-ала игеру қабаттары мен игеру нысандарына жіктеледі де, кенорыннан өнім алу шаралары, жоғарыда атап көрсеткеніміздей, арнаулы ережелерге сай жүзеге асырылатын болады.

Енді мұнай игерудің жоғарыда сөз болған жүйелеріне қысқаша ғана жеке-жеке тоқталып өтелік.

Кенорынды жоғарыдан төмен қарай игеру жүйесіне сәйкес әрбір келесі төменірек орналасқан өнімді қойнауқатты өндіріске енгізу шаралары жоғарырақ орналасқан өнімді қойнауқаттарды толығымен бұрғылап біткеннен кейін ғана жүзеге асырылады. Мұнай кенорындарын игерудің бұл жүйесі ХХ ғасырдың 30-шы жылдарына дейін кеңінен қолданылып келді. Қазіргі кезде кенорынды игерудің бұл жүйесі мүлдем сирек қолданылады. Себебі, бұл жүйеге сәйкес неғұрлым молырақ өнім алу шаралары, солғұрлым игерім ұңғымаларының санын да арттыруды қажет етеді. Ал мұның өзі жұмыс тиімділігінің төмендеуіне, шығынның артуына әкеліп соқтыратындығы түсінікті. Мұнай өнеркәсібінің жоғары технологияға негізделген ең жетік техникамен жаракталу процесінің де жыл санап еселей артуы, кенорындарды игерудің мейілінше тиімді жүйесі болып табылатын "төменнен жоғары қарай игеру жүйесіне" ауысуға мүмкіндік берді.

Кенорынды төменнен жоғары қарай игеру жүйесін қолдану мүмкіндігі, бұрғылау ұңғымасы оқпанын сазды ерітінділер көмегімен жуғыштай отырып, бұрғылаудың мейілінше жетік тәсілі болып табылатын айналмалы бұрғылауды іс-тәжірибеге енгізу нәтижесінде жүзеге асырылды. Бұрғылаудың бұл жетік тәсілі – ұңғыма оқпанының қабырғасын үлкен қысымдар көмегімен цементтеу шараларын жүзеге асыруға мүмкіндік жасады. Ал мұның өзі, өз кезегінде, жоғарырақ орналасқан өнімді қойнауқаттардың сумен тоғытылуына жол бермей-

ақ төменірек орналасқан қойнауқаттардан өнім алу шараларын жүзеге асыруға мүмкіндік берді. Бір сөзбен айтқанда, техникалық прогресс өнімді свита қимасында жоғарырақ орналасқан, яғни бұрғылау барысында бірінші аршылған жоғары қойнауқатты игеру мәселесіне төменірек орналасқан өнімді қойнауқаттарды игергеннен кейін барып оралуға мүмкіндік беріп отыр. Мұнай кенорнын игерудің өте тиімді және мейілінше ұтымды жүйесі болып табылатын төменнен жоғары қарай игеру жүйесін пайдалану шаралары алғаш рет 1930 жылы бұрынғы Кеңестер Одағында – Баку мұнайлы өңірінің "Ильич бухтасы" деп аталатын кенорнында жүзеге асырылған болатын. Көп қабатты мұнай кенорындарынан өнім алудың бұл тиімді әдісі содан бері тек қана ТМД елдерінде ғана емес, алыс шетелдерде де кеңінен қолданылып келеді.

Кенорында төменнен жоғары қарай игеру жүйесін қолдану барысында жоғары орналасқан өнімді қойнауқаттарды игеру жұмыстары, төменгі қойнауқаттар толығымен бұрғыланып біткеннен кейін ғана бірте-бірте жүргізіліп отырады. Алайда, кенорынды игерудің бұл жүйесін қолдану үшін кенорынға тиесілі мұнайлы свитаны жан-жақты сипаттап беруге қабілетті алдын ала барлау жұмыстары өте ыждағатты түрде жүргізілуі тиіс.

Кенорынды аралас тәртіпте игеру жүйесі (комбинированная система разработки месторождения) мұнай кенорнының қимасы бір ғана игеру қабатымен шектелмеген жағдайда, оны игеруді жай ғана төменнен жоғары қарай игеру жүйесі көмегімен жүзеге асыру мүмкіндігі ұтымды болмаған жағдайда қолданылады. Бұл игеру жүйесінің мән-мағынасы мынадай: кенорын қимасында дараланған бірнеше игеру қабаттарының әрбіреуі дербес ұңғымалар сериясымен бұрғыланып әрбір жекелеген игеру қабатындағы қойнауқаттар төменнен жоғары қарай игеріледі; жеке-жеке дараланған игеру қабаттарын бұрғылау реті алуан түрлі болуы мүмкін: жоғарыдан төмен қарай; төменнен жоғары қарай; жоғарыдан төмен және төменнен жоғары қарай бір мезгілде. Аралас тәртіпте игеру жүйесі біршама ұтымды техника-экономикалық көрсеткіштермен сипатталады.

Кенорын қимасында бірнеше игеру қабаттары дараланған жағдайда, мұндай кенорындары ***көп қатарлы тізбектермен игеру жүйесі*** көмегімен де игерілуі мүмкін. 1951 жылы Әзербайжан мұнайшылары алғаш рет қолдана бастаған бұл игеру тәсілінің мазмұны мынадай: бір ғана ұңғыма оқпанына екі немесе үш игеру тізбегі (игеру құбырлары) түсіріледі. Осы тізбектер көмегімен әртүрлі тереңдікте орналасқан бірнеше мұнайлы горизонттар бір мезгілде бірге игерілетін болады. Бұл тәсілмен мұнай кенорнын игеру үшін

кенорын қимасындағы мұнайлы қатқабат (толща) бірнеше игеру қабаттарына дараланатын болады. Ал әрбір дараланған игеру қабатының қимасында негізгі, яғни тіректі горизонтпен қатар екі-үш (үштен артық емес) қосалқы горизонт (возвратный горизонт) болуы тиіс. Бұл тәсілмен мұнай өндіру үшін бұрғылау оқпаны әуелден-ақ екі немесе үш игеру қабатын бірден арши алатындай етіліп бұрғыланады. Осыған сәйкес қос қатарлы немесе үш қатарлы игеру тізбегі бар ұңғымалар жобаланады. Мұндай ұңғымаларды бұрғылау шараларының өзіндік ерекшеліктері бар. Мәселен, кенорын қимасында алдын ала үш игеру қабаты дараланды делік. Осы қабаттардың ең жоғарғысы үлкен диаметрлі қашауышпен (долотомен) бұрғыланады. Ұңғыма оқпаны осы ең жоғарғы игеру қабатын толығымен аршығаннан кейін, оған осы диаметрге сәйкес келетін игеру тізбегі (құбыры) түсіріліп, цементтеледі. Осылайша дайындалған оқпан түбінен тереңрек орналасқан екінші игеру қабаты – енді орташа диаметрлі қашауышпен бұрғыланатын болады. Оқпанға осы диаметрге сәйкес игеру тізбегі түсіріліп, цементтеледі. Бұл шаруа тындырылып біткеннен кейін ең ақырғы, яғни ең терең орналасқан үшінші игеру қабаты ең кіші диаметрлі қашауышпен бұрғыланады да, ең жіңішке игеру құбырларының тізбегі түсіріліп, цементтеледі. Осылайша ұңғыма оқпаны мұнай өндіруге толығымен дайындалып біткеннен кейін ғана алдын ала дараланған үш бірдей игеру қабаттарының әрбіреуінің өзіне тән негізгі (тіректі) горизонттарының тұсы тесіледі. Осы теспелер арқылы оқпанға құйылған мұнай үш бірдей тіректі горизонттан бір мезгілде өндірілетін болады. Тіректі горизонттардың мұнайы толығымен өндіріліп біткеннен кейін олардың тұсында тесілген тесіктер цементпен бітеледі. Енді әрбір игеру қабаты қимасындағы қосалқы горизонттардың тұсы аттырылатын болады (аршып, яғни теспеленеді), сөйтіп осы қосалқы горизонттардың мұнайы өндірілетін болады.

Көп қатарлы тізбектермен игеру жүйесін пайдалану – мұнай өндірудегі тиімді, әрі ұтымды тәсілдердің бірі. Себебі оның көмегімен көп қабатты мұнай кенорындары біршама тез игеріледі, мұнай өнімі де жоғары көрсеткіштермен сипатталады. Алайда бұл тәсілді қолдану мүмкіндігін шектейтін негізгі қиындық – көптеген көп қабатты мұнай кенорындарының қимасында, мұнайлы горизонттармен қатар, сулы горизонттардың да болатындығы; мұнайлы горизонттар сулы горизонттармен жиі-жиі алмасқан жағдайда, тек қана мұнайлы горизонттарды арши отырып, сулы горизонт суларының оқпанға құйылмауын қамтамасыз ету оңайға түспейді. Яғни, мұнайлы қойнауқаттың сумен тоғытылуын (обводнение нефтяного пласта)

болдырмау – қияметтің қиыны. Осыған байланысты көп жағдайда игеру тізбектерін екіге дейін кемітеді. Мәселен, қос қатарлы игеру тізбегі көмегімен мұнай өндіру тәжірибесі Әзербайжан мұнайшылары тарапынан күні кешеге дейін қолданылып келді. Өкінішке орай, көптеген мұнай кенорындарының геологиялық жағдайы олардың мұнайын тіпті қос қатарлы игеру тізбегімен өндіруге де мүмкіндік бермейді. Себебі, олардағы мұнайлы қойнауқаттардың жерасты суларымен тоғытылмауын болдырмау мүмкін емес десе де болғандай.

11.4. Жекелеген мұнайлы горизонтты игерудің негізгі элементтері

Мұнай кенорындары орналасуының табиғи жағдайлары алуан түрлі болуына байланысты, кенорындағы әрбір жекелеген өнімді горизонт мұнайын игерудің өзіндік жүйесін таңдап алу мәселесі де мейілінше маңызды екендігі түсінікті. Мүмкін болған жағдайда кенорынан өнім алу үшін "игеру жүйелерін топтастыру тәсілдері" жүзеге асатындығы жоғарыда (11.2-тақырыпта) айтылды. Алайда іс-тәжірибеде жекелеген өнімді горизонтты игеру мәселелерінің жай-жапсарын анықтау шаралары да маңызды рөл атқарады.

Жекелеген мұнайлы горизонтты игеру процесі бірнеше игеру элементтерінің кешенін біріктіреді. Осы элементтерді бір-бірімен ұштастыру арқылы игерудің әртүрлі жүйелерін алуға болады. Аталған элементтердің ең бастылары мыналар: "ұңғымаларды орыналастыру торабының пішіні" және "көршілес ұңғымалар аралығының қашықтығы" (ұңғымаларды орналастыру ерекшеліктері); "игеру жеделдігі"; "қойнауқатқа сырттан әсер ету шараларының мазмұны".

Ұңғымаларды орналастырудың "тең өлшемді торы" және "әрөлшемді торы" деп аталатын екі типі болады. Тең өлшемді тор, өз кезегінде, үшбұрышты, алтыбұрышты және квадрат пішінді болуы мүмкін. Біздің елімізде көбінесе үшбұрышты тең өлшемді тор қолданылады. Ұңғымалар орналасуының үшбұрышты тең өлшемді торға негізделген пішініндегі әрбір жекелеген ұңғыманы "мұнаймен қанықтырушы" бөлікшенің шартты ауданы (f , га) мен ұңғымааралық қашықтықтың (y , м) бір-біріне қатынасы 11.1-теңдеумен өрнектеледі:

$$y = 1,07 \cdot \sqrt{f} \quad (11.1)$$

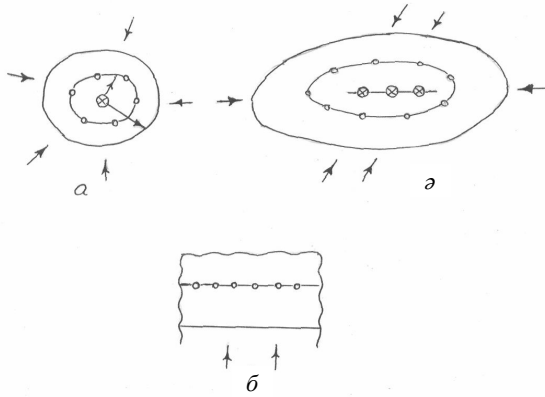
Қазіргі кезде тең өлшемді тор негізінен еріген газ режимі жағдайында ғана қолданылады. Кейбір жағдайларда тең өшемділіктен ауытқу мысалдары ұшырасады. Мәселен, өнімді қойнауқаттың қалыңдығы жазық бағытта бірте-бірте азайған жағдайда

ұңғымааралық қашықтық ұзартылады да, қойнауқат өтімділігі аталған бағытта бірте-бірте кеміген жағдайда – қысқартылады.

Ұңғымаларды орналастырудың әр өлшемді торы көбінесе суарынды режим жағдайында қолданылады. Мұндай тор сирегірек газды тақия режимі жағдайында да қолданылуы мүмкін. Игерім ұңғымаларын әрөлшемді торға сәйкес орналастыру жүйесін "ұңғымаларды батереялық орналастыру сұлбасы" деп атайды. Ұңғымалардың бұл сұлбаға сәйкес орналасу пішіні әр түрлі болып келеді. Мұндай пішін өзгешеліктері мұнай жатынының орналасу пішініндегі өзгешеліктерден туындайды. *11.2-суретте* күмбез тәрізді, брахиантклиндік және моноклиндік мұнай жатындарын игеруге бұрғыланған ұңғымаларды орналастырудың батереялық сұлбалардың пішіндері келтірілген.

Ұңғымалар аралығының қашықтығы – кенорынның геологиялық құрылыс ерекшеліктеріне орай түрлі мөлшерде тағайындалады. Бұл қашықтық мөлшерін таңдап алу барысында өнімді қойнауқаттардың құрылысына, оның жинауыштық қабілетіне, фациялық өзгермелілігіне, қойнауқаттың жұмыс режимінің көрініс беру ерекшеліктеріне т.с.с. қатысты мәліметтерді басшылыққа алу қажет. Бұл орайда кенорынның гидродинамикалық табиғаты мен оны игерудің экономикалық мәселелері айырықша ескерілуі тиіс.

Мұнай өндірудің алғашқы кезеңдерінде ұңғымаларды барынша жиі орналастыру тәжірибесі кеңінен етек алды. Мәселен, ТМД ауқымындағы ең ескі мұнай кәсіпшіліктерінің бірі – Баку мұнай кәсіпшілігінде игерім ұңғымалары әрбір 25 м сайын орналастырылатын. Ұңғымалардың бұлайша топтастырылуы іс-тәжірибеде "мұнаралар орманы" деген сөз тіркесінің пайда болуына түрткі болды. Мұнай игеру тәжірибесі неғұрлым молырақ жинақталған сайын, ұңғымалар аралығының қашықтығы да солғұрлым алыстай түсті. Қазіргі таңда республикамыздағы мұнай кәсіпшіліктерінде жиі қолданылатын қашықтық – 400-600 м аралығында. Ұңғымалар саны неғұрлым аз болса, кенорынды игерудің экономикалық тиімділігі де солғұрлым жоғары болады. Екінші жағынан, барланған қорды толығымен игеру мәселесі де ең негізгі міндеттердің бірі екендігі даусыз. Ендеше, ұңғымааралық қашықтық осы екі мәселенің екеуін де, сол сияқты игерілуге тиісті кенорынның геологиялық құрылыс ерекшеліктерін де толығымен ескере отырып анықталуы тиіс.



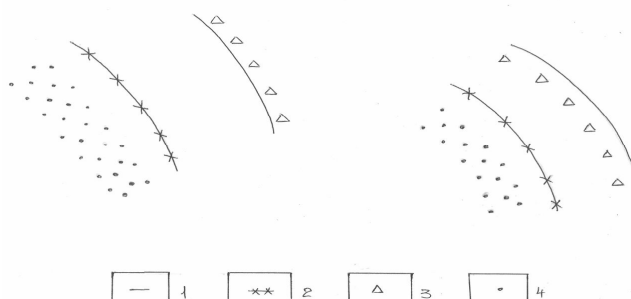
11.2-сурет. Әртүрлі типтегі мұнай жатындарын игеру ұңғымаларын батереялық орналастырудың принциптік сұлбасы (суарынды игерім жағдайында)
 Шартты белгілер: *a* – күмбез тұрқылас мұнай жатыны; *ә* – брахиантуклиндік мұнай жатыны; *б* – моноклиндік мұнай жатыны
 (Суреттердегі сопақша және сандық тұрқылас пішіндерді белгілейтін сызықтар – мұнайлылық шектемелері (контурлары); шағын дөңгелекшелер – игерім ұңғымаларының батереялары; ортасында керіндісі бар үлкенірек дөңгелекшелер – орталық ұңғымалар)

Кейбір зерттеушілер қойнауқаттан мұнай алу мөлшері, сол қойнауқатты аршыған ұңғыма санына тіпті де тәуелді емес, ендеше аз ғана ұңғыма көмегімен кенорынның өндірілмек қорын толығымен игеруге болады деп есептейді. Олардың пайымдауына сәйкес, мұнайлы жатынның шеткі өңірлеріндегі мұнай массалары сол жатынның орта тұсынан бұрғыланған ұңғыма оқпанына жерасты суларының ағын күшімен ешбір кедергісіз ағып келе алады. Сондықтан ұңғымалар шоғырын бүкіл жатын аумағына емес, оның орталық тұсына ғана орналастыру жеткілікті деп есептейді. Мұндай тұжырым барлық уақытта бірдей шындыққа сәйкес келе бермейді. Себебі, мұнай кенорындарын игеру тәжірибесінде өнімді қойнауқаттардың геологиялық құрылыс ерекшеліктері көбінесе өте күрделі, әрі өзгермелі болып келетіндігін көрсетеді. Олай болса, мұнай жатынын игеруге қажетті ұңғымалар саны мен оларды орналастыру жиілігі де әрбір нақтылы жағдайда жеке-жеке анықталып отыруы тиіс.

«Өнімді қойнауқатты игеру жеделдігі» деген түсінік – нақты мұнайлы горизонтқа шоғырланған мұнай массаларын толығымен игеру мерзімі деген түсінікке саяды. "Тұтастай игеру жеделдігінің жүйесі" және "баялатылған игеру жеделдігінің жүйесі" деген түсініктер бар. Тұтастай игеру жеделдігіне сәйкес, бүкіл жобаланған

игерім ұңғымалары өте қысқа уақыт аралығында (тіпті бір уақытта десе де болады) бұрғыланады. Мұндай жүйе әсіресе еріген газ режимімен сипатталатын кенорындарда тиімді түрде қолданылады. Игерім ұңғымаларын бұрғылау созылыңқы сипат алған жағдайда, мұндай шаралар бірнеше жылдарға созылған жағдайда "баяулатылған игеру жеделдігі" жайлы сөз етуге болады. Баяулатылған игеру жеделдігінің жүйесі, өз кезегінде, "бірте-бірте жиілетілген жүйеге" және "жылжымалы жүйеге" жіктеледі. Ұңғымаларды игерудің бірте-бірте жиілетілген жүйесіне сай, игерім ұңғымаларының алғашқы тобы игерім бөлікшесінің ауқымында бірқалыпты, әрі шашыранды түрде орыналастырылады. Ал келесі ұңғымалар солардың аралығына орналастырылады, осылайша ұңғымааралық қашықтық бірте-бірте жиілей береді. Мұндай жүйені әдетте, өнімді қойнауқаты фациялық тұрғыдан өзгермелі болып келетін не тектоникалық бұзылыстарға ұшыраған кенорындарда қолданады. Ұңғымаларды игерудің жылжымалы жүйесі игерім ұңғымаларының қатар-қатар орналастырылуымен сипатталады. Мұндай қатарлар игерім алаңшасының біржақ қанатынан басталып, бұрынырақ барланып қойылған екінші қанатқа қарай (алаңшаның орталық бөлігі арқылы) бірте-бірте жылжытылады.

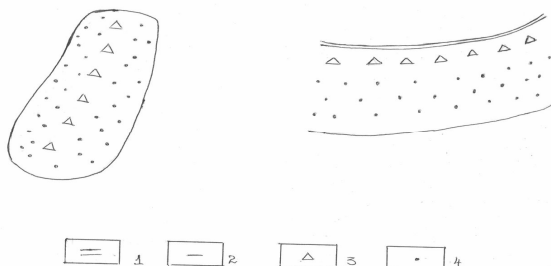
Қойнауқатқа сырттан әсер ету шараларының мазмұны – өнімді горизонтқа тиесілі жоғары дәрежелі қойнауқаттық қысымды ұзағырақ "ұстап тұру" шараларын қамтамасыз етуге саяды. Бұл орайда "шектеусырттық сумен тоғыту" (законтурное заводнение), "шектеужиектік сумен тоғыту" (приконтурное заводнение), "шектеуіштік сумен тоғыту" (внутриконтурное заводнение" деп аталатын игеру жүйелері қолданылады. Шектеусырттық сумен тоғыту жүйесі мейілінше жиі қолданылады. Ол әсіресе жинауыштық қабілеті жоғары және қалыңдық көрсеткіші тұрақты түрде сақталатын өнімді қойнауқаттар мұнайын өндіруде тиімді. Мұндай жүйенің қолданылу сұлбасы *11.3-суретте* көрсетілген. Шектеужиектік сумен тоғыту жүйесі мұнайлы горизонт шектемесінің сыртқы бөлігі төмен дәрежелі өтімділікпен сипатталатын қойнауқаттардың мұнайын өндіруде тиімді (*11.2-сурет*). Шектеуіштік сумен тоғыту жүйесіне сәйкес, сырттан су айдау процесі мұнайлылық шектемесінің ішкі өңірінде бұрғыланған тоғыту ұңғымасы арқылы жүргізіледі. Бұл жүйе әсіресе мұнайлылық шектемесі (контур нефтеносности) өте ауқымды кенорындарда жиі қолданылады. Себебі, мұндай кенорындарда тек шектеусырттық сумен тоғыту жүйесін қолдану мүлдем жеткіліксіз.



11.3-сурет. Мұнай кенорындарын шектеусырттық сумен тоғыту (сол жақта) және шектеуиектік сумен тоғыту (оң жақта) әдістерін қолдана отырып игеру сұлбалары

Шартты белгілер: 1 – мұнайлылықтың сыртқы шектемесі (контур);
2 – мұнайлылықтың ішкі шектемесі (контур); 3 – тоғыту ұңғымалары;
4 – игерім ұңғымалары

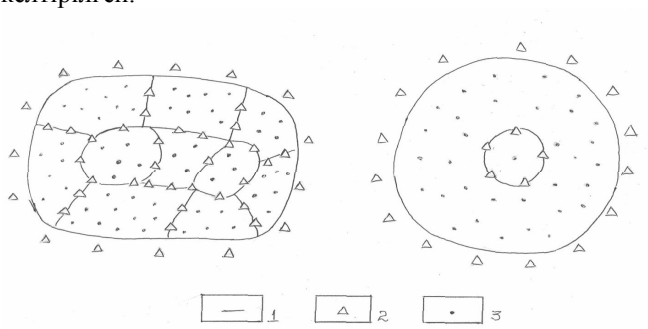
Шектеуіштік сумен тоғыту жүйесінің бірнеше түрлері ұшырасады. Олар "орталық (күмбездік) өңірді тоғыту", "басты өңірді тоғыту", "дербестелген бөлікшелерді тоғыту" және "орталық бөлікшені тоғыту" жүйелері деп аталады. Шектеуіштік сумен тоғытудың орталық (күмбездік) өңірді тоғыту жүйесін қолдану барысында мұнай жатынын кіріктірген қарапайым қатпардың осьтік сызығы бойына орналастырылған тоғыту ұңғымалары арқылы су айдалады (11.4-суретте сол жақта). Шектеуіштік сумен тоғытудың басты өңірді тоғыту жүйесі мұнай жатынының көтеріңкі, яғни басты өңірі бойына орналастырылған тоғыту ұңғымалары арқылы су айдауға негізделген (11.4-суретте оң жақта).



11.4-сурет. Мұнай кенорындарын игеруде шектеуіштік сумен тоғыту жүйесін қолдану сұлбасы (сол жақта – орталық, яки күмбездік өңірді тоғыту әдісі; оң жақта – басты өңірді тоғыту әдісі) Шартты белгілер: 1 – басты өңірді белгілейтін сызық;;

2 – мұнайлылық шектемесі (контур); 3 – тоғыту ұңғымалары; 4 – игерім ұңғымалары

Мұнай өндіруде шектеуіштік сумен тоғыту әдісін шектеусырттық су айдау тәсілімен ұштастыра қолдану сұлбалары 11.5-суретте келтірілген. Шектеуіштік сумен тоғытудың дербестелген бөлікшелерді тоғыту жүйесін қолдану тұтас кенорынды шартты түрде бірнеше бөлікшелерге бөле отырып, осы бөлікшелерді жиектей орналастырылған тоғыту ұңғымалары арқылы су айдау шараларын жүзеге асыруға негізделген. Мұндай жүйенің қолданылу сұлбасы (11.5-суретте сол жақта). Шектеуіштік сумен тоғытудың орталық бөлікшені тоғыту жүйесін пайдалану игеру алаңшасының нақ орта тұсына орналастырылған шағын шеңбер ауқымында бұрғыланған тоғыту ұңғымалары арқылы су айдауға негізделген. Мұндай жүйе шектеусырттық және шектеужиектік өңірлерінің өтімділігі біршама төмен өнімді қойнауқаттар мұнайын өндіруге қолданылады. Аталған жүйені шектеусырттық су айдау жүйесімен бірге қолдану – өте ауқымды мұнай жатынын игеру барысында жақсы нәтижелер береді. Мұндай қосарланған жүйелерді қолдану сұлбасы 11.5-суретте оң жақта келтірілген.



11.5-сурет. Мұнай өндіруде шектеуіштік сумен тоғыту әдісін шектеусырттық су айдау тәсілімен ұштастыра қолдану сұлбалары (сол жақта – дербестелген бөлікшелерді тоғыту жүйесі; оң жақта – орталық өңірді тоғыту жүйесі)

Шартты белгілер: 1 – мұнайлылық шектемелері (контурлары); 2 – тоғыту ұңғымалары; 3 – игерім ұңғымалары

11.5. Мұнай-газ кенорындарын игеру жобаларының орындалу көрсеткіштерін талдау

Мұнай-газ кенорындарын тиімді түрде игеру жобасын дайындау үшін зерттелген құрылымның, геологиялық ерекшеліктері мен оның мұнайлылық-газдылық мәселелеріне қатысты бүкіл материалдар жинақталады. Осы материалдарды бағдарлы түрде жіктемелей отырып, оларды жан-жақты талдау нәтижесінде қойнауқаттық мұнай

мен газ жатындарының және олармен орайлас орналасатын жерасты суларының динамикалық ерекшеліктері сараланады. Сөйтіп кенорынның болашақта игерілу мәселесіне қатысты мәселелер нақтыланатын болады.

Жаңадан ашылған кенорынды игеру жобасы бір немесе екі сатыға жіктелуі ықтимал. Бұл кенорынның көлемі мен оның қорына байланысты: кенорын шағын болса, немесе ол біршама көлемді бола тұрса да, оның қоры айтарлықтай мол болмаған жағдайда, бір сатылы игеру жобасы жасақталады. Егер кенорын өзінің көлемі жағынан да, қоры жағынан да ірі кенорындар санатына жатқызылған жағдайда, оны игеру жобасын екі сатыға жіктеуге болады. Жалпы алғанда, кенорынды игеруді жобалау жұмыстарының негізі ретінде бұрғылануы тиіс ұңғымалардың саны мен осы ұңғымаларды бұрғылауға қажетті уақыт мөлшерінің ұзақтығы алынады. Мәселен, кейбір ірі кенорындарды жан-жақты зерттей отырып, оларды түбегейлі игеруге қажетті бүкіл ұңғымалар толығымен бұрғыланып біткенше 3-4 жыл уақыт өтуі мүмкін. Сондықтан жоспарланған жұмыстардың орындалып болуына және жобаны жасақтауға қажетті материалдарды жеткілікті дәрежеде жинақтауға жұмсалатын уақыт мөлшерлеріне байланысты арнаулы жұмыс кезеңдері тағайындалады.

Мұнай-газ кенорындарын игеру жобасын дайындау үшін төмендегі мәселелер қатаң ескерілуі тиіс:

- өнімді қойнауқаттың геологиялық құрылыс ерекшеліктеріне байланысты өнеркәсіптік маңызы бар көрсеткіштерді толықтай жинақтау. Олардың болашақ игеру процесін жүзеге асыру барысында ең негізгі көрсеткіштердің бірі болып табылатын мұнай беру коэффициентін анықтау мүмкіндігін қамтамасыз ете алатындығына көз жеткізу. Өнімді қойнауқаттың мұнай беру коэффициентін арттыру мақсатында қандай геология-технологиялық шараларды іске асыруға болатындығын немесе қандай қосалқы әдістерді қолдану қажеттігін нақтылау;

- игеру жобасында көрсетілген техникалық-экономикалық көрсеткіштердің уақтылы және дұрыс орындалуын қадағалау, қажет болған жағдайда, жобаға қосымшалар мен толықтырулар енгізу, кенорынды толығымен игеруге қажетті уақыт мөлшерін дәлелдеу;

- кенорынды толығымен игеруге жұмсалатын қаржы мөлшерін анықтау, қаржыны үнемдеуге мүмкіндік беретін мәселелерге айырықша мән беру.

Өнімді қойнауқаттарды пәрменді түрде зерттеу нәтижелерін саралау және геологиялық-өнеркәсіптік іс-шараларды жүзеге асыру барысында төмендегідей көрсеткіштер жинақталады: кенді кіріктірген

қойнауқаттардың геологиялық ерекшеліктері, олардың стратиграфиялық, литологиялық-физикалық және жинауыштық сипаттамалары; қойнауқаттық сулардың арындылық дәрежесі; қойнауқаттардың мұнай сіңіргіштік және су сіңіргіштік көрсеткіштері; байламды жерасты суларының динамикасы; мұнай, газ және жерасты суларының физика-химиялық қасиеттері, олардың өндіру процесі барысында өзгеру тенденциясы; ұңғыма өнімдерін алғаш зерттеу сәтінде алынған мәліметтер; мұнай-газ кенорны шектемесінің сыртында қалған ұңғымалар; алдын ала және тыңғылықты барлау нәтижелері бойынша анықталған өнімді, қойнауқаттар жиынтығынан алынуы мүмкін мұнай-газ қорының жалпы мөлшері.

Жоғарыда сөз болған іс-шаралар толығымен жүзеге асырылған жағдайда, осы жұмыстар барысында алынған мәліметтер негізінде өнімді қойнауқатты игеру жүйесі дайындалады. Ұңғымалардың жалпылама саны анықталып, өнімді қойнауқаттарға сырттан әсер ету шаралары мен олардың мұнай беру коэффициентін арттыру әдістері нақтыланады.

Мұнай-газ кенорындарын мейілінше тиімді, әрі ұтымды әдістерді қолдана отырып игеру, кенорынды барлау және игеру барысында тек қана қазіргі заманға сай техника-технологиялық шараларды қолдану, сөйтіп өнімді ысарапсыз өндіру еліміздің мұнай-газ саласында қызмет істейтін мамандардың ең негізгі, әрі жауапты міндеттері болып табылады.

11.6. Мұнай-газ кенорындарын игеру жұмыстарының қорытындысына қысқаша шолу

Ашылып барланған мұнай кенорындары қорларын тиімді түрде игеру жобаларын жүзеге асыру ережелері бұрынғы Кеңестер Одағы мемлекетінің тарихында тұңғыш рет академик М.В.Абрамович тарапынан мұнайшылардың Бүкілодақтық жиналысында 1925 жылы баяндалды. Сол жылдары Кеңестер Одағы ауқымында мұнай өндіруді еселей арттыру шараларын нақтылау мақсатында арнаулы комиссия құрылып, оған академик И.М.Губкин басшылық етті. Осы комиссияның нұсқауымен 1930 жылы Жаңа Грозный және Апшерон мұнайлы өлкелерінде жүргізіліп жатқан жұмыстарды тергеу және оларға жан-жақты баға беру шаралары ұйымдастырылып, тергеу қорытындыларын мұқият саралау нәтижесінде мұнай қорларын толық, әрі тиімді өндіруді қамтамасыз етуі тиіс нақтылы іс-шаралар белгіленді. И.М.Губкиннің тікелей араласуымен белгіленген мұндай іс-шараларды бұрынғы Мұнай министрлігіне қарасты бүкіл өндіріс орталықтарында жаппай жүзеге асыру нәтижелері, Қазақстан

ауқымында да келелі табыстарға қол жеткізуге мүмкіндік берді. Мұнай қорларын толық, тиімді түрде игеру мәселелерін одан әрі жетілдіре түсуге профессор В.Н.Щелкачев зерттеулері де айтарлықтай ықпалын тигізді. Ғалым тарапынан жасақталған талай-талай теориялық тұжырымдар мұнай өндірудің күнделікті тәжірибесінде ұдайы ескеріліп отыратын болды. Ал мұның өзі мұнай өндіру жұмыстарының пәрменділігі мен тиімділігін айтарлықтай арттыруға септігін тигізді. Ғалымның әсіресе игерім ұңғымаларының бір-біріне тигізер әсері, ұңғыма өнімдерінің талдамалық теңдеулері, ұңғымааралық қашықтықтар, су-мұнай жапсары деңгейінің мұнай өндіру барысындағы өзгеру динамикасы жайлы, т.б. тың тұжырымдары мейлінше маңызды еді. Профессор В.Н.Щелкачевтің "Мұнай өндірудің теориялық негіздері" деп аталатын монографиясы жоғарғы оқу орындарында және өндіріс орталықтарында күні бүгінге дейін кеңінен пайдаланылып келеді. Бұл еңбек әсіресе сапалы игеру жобаларын жасақтауға қажетті бірден-бір еңбек болып табылады.

Мұнай өндірудің теориялық тұжырымдарын одан әрі жетілдіру мәселесімен 1941 жылдан бастап профессор А.П.Крылов түбегейлі түрде айналыса бастағандығын атап көрсеткен жөн. Осы теориялық тұжырымдарға негізделген игеру жобаларына сәйкес Краснодар және Түймаза мұнайлы өлкелерінің кенорындарында өнімді қойнауқатқа сырттан су айдау әдісі кеңінен енгізіле бастады.

Өнімді қойнауқатты сумен тоғыту, сөйтіп мұнай өнімінің айтарлықтай артуына қол жеткізу әдісі АҚШ-та мұнай өнеркәсібінде де талайдан бері қолданылатындығы белгілі. Алайда бұл елдің мұнай өндіру тәжірибесіне сай, өнімді қойнауқатқа су айдау әдісі қосалқы әдіс ретінде ғана қолданылады. Яғни, онда ұзақ уақыттар бойы табиғи жағдайда өндірілуі нәтижесінде өнім мөлшері күрт төмендеп кеткен игерім ұңғымаларының қойнауқаттық қысым көрсеткішін жоғарылату мақсатында ғана ұңғымаға су айдалады. Ал бұрынғы Кеңестер Одағында және тәуелсіз Қазақстанда да игерім ұңғымасын сумен тоғыту – қойнауқаттық қысым көрсеткішін ұдайы жоғары дәрежеде сақтап тұруға қол жеткізу кенорын алғаш игеріле бастаған сәттен бастап-ақ жүргізіле бастайды. Мұнай өндіру тиімділігін айтарлықтай арттыруға қол жеткізген мұндай игеру жобалары бұрынғы Одақ көлемінде алғаш рет Башқортстан мен Татарстан мұнайлы өлкелерінде жүзеге асырылды.

11.7. Мұнай жатындарын тиімді игеру жобаларына сәйкес орындалатын іс-шаралар

Ашылған мұнай-газ кенорындарының барланған қорларын тиімді жобаларға сай игеріп пайдалану үшін оларды геологиялық және өндірістік зерттеу жұмыстарының нақтылы жоспары жасалады. Қажет болған жағдайда, қосымша бағалау және бақылау ұңғымалары, кейбір жағдайларда пьезометрлік ұңғымалар бұрғыланады. Ұңғымалардың алғашқы екі түрі барлау жұмыстары нәтижесінде жүргізілген өнімді горизонт шектемесі проекциясының ауқымында бұрғыланса, қойнауқаттық қысым өзгерістерін бақылап отыру мақсатын көздейтін пьезометрлік ұңғымалар – мұнай-газдылық шектемелерінің аралықтарынан да бұрғылануы мүмкін. Мұның себебі – пьезометрлік ұңғымалар көмегімен қойнауқаттық қысым өзгерістері ғана емес, өнімді горизонттан тыс орналасқан шектеусырттық су деңгейінің өнім өндіру барысындағы өзгеріс динамикасы да бақыланып отырады. Мұндай бақылаулардың рөлі өте жоғары, себебі өндіріс кезінде өнімді қабаттардың қысым энергиясын ұдайы бірқалыпта ұстау. Ол үшін әдейі қолданылатын технологиялық әдістерін тиімді түрде пайдалана білу – мұнай өндіруге қатысты іс-шаралардың ішіндегі ең маңыздыларының бірі екендігі даусыз.

Өндіріс тиімділігін қолда бар мүмкіндіктер көмегімен барынша арттыру шараларының бірі – өнімді горизонттар ауқымында бұрғыланған бүкіл ұңғымаларды игерім ұңғымалары ретінде толығымен пайдалана білу болып табылады. Өндіріс тәжірибелері көрсеткеніндей, кейбір кәсіпорындарда өнімді горизонттардың орталық бөлігінде бұрғыланған ұңғымаларға баса назар аударылады да, ал олардың шеткі бөлігіне, яғни мұнайлылық шектемесінің жерасты суларымен жапсарласу өңірлеріне жеткілікті дәрежеде көңіл бөлінбейді. Бұл дұрыс емес, жер қойнауына шоғырланған мұнай қорын мүмкіндігінше молырақ өндіру үшін өндіру бөлікшесі ауқымында бұрғыланған ұңғымаларды толықтай пайдалана білу – мейілінше маңызды шарттардың бірі. Сондықтан өнімді горизонттар шектемесінің шеткі жағына шоғырланған мұнай қорын толығырақ игеру мүддесіне айырықша көңіл бөлінуі тиіс. Ол үшін арнаулы геологиялық және техникалық-технологиялық шаралар ұйымдастыру да артық емес (өнімді қойнауқаттарды сырттан сумен тоғыту, игерім ұңғымаларының санын арттыру, яғни қажет жағдайда, қосымша ұңғымалар бұрғылау, игерім ұңғымаларының шегендеу тізбектерін цементтеу, ұңғымаларды апаттардан сақтау, оларды жөндеу жұмыстарын уақтылы, әрі сапалы жүргізу, т.с.с.). Шеткі игерім

ұңғымалары жаппай "сулана бастаған" жағдайда "өндірісті жеделдету" (форсированный отбор) шаралары жүзеге асырылады. Әрбір игерім ұңғымасы жұмысының технологиялық режимінің қатаң сақталуына айырықша көңіл бөлінеді.

Мұнай кенорындарын игерудің соңғы сатыларында ұдайы көрініс беретін "қойнауқаттық қысым мөлшерінің айтарлықтай төмендеп кетуі" деп аталатын табиғи процестің зияндылығын азайтудың ең тиімді әдістерінің бірі – өнімді қойнауқаттарға сырттан су айдау. Сөйтіп, қойнауқаттық қысым мөлшерін жасанды түрде арттыру, яғни бірқалыпты ұстап тұру екендігі жоғарыда айтылды. Бұл әдіс бүкіл дүниежүзінің мұнай өндірісінде, оның ішінде Қазақстан мұнай кәсіпшіліктерінде де кеңінен қолданылып келеді.

Игеру жобаларына сәйкес кәсіпшілік бойынша мұнай өндіру ісінде өнімді горизонттарды сумен тоғыту шаралары алдын ала жоспарлаған жағдайда, төмендегі ұсыныстар ескерілуі тиіс:

а) көлемі шағын, қоры да айтарлықтай мол емес өнімді горизонттан өнім алу мақсатында 2-3 қатар игерім ұңғымалары ғана бұрғыланған жағдайда, осы горизонттағы қойнауқаттық қысым мөлшерін қалыпты жағдайда ұстап тұру мақсатында сырттан айдалатын су аталған горизонттың сырт жағына, яғни су-мұнай шекарасынан төмен өңірлерге тоғытылуы тиіс;

ә) өнімді горизонттағы мұнай қорының мөлшері орташа дәрежелі, оны игеруге бұрғыланған ұңғымалар тізбегі 4-7 қатар болып келген жағдайда, сырттан айдалатын су массасы өнімді горизонттың сырт өңіріне де, ішкі өңіріне де ендірілуі тиіс;

б) өнімді горизонт мейлінше ауқымды, оған шоғырланған мұнай қоры да айтарлықтай мол, ал оны игеруге бұрғыланған ұңғымалар тізбегі 7 қатардан да көбірек болған жағдайда, сырттан айдалатын су осы горизонттың ішкі және сыртқы өңірлеріне бірдей жіберілген жағдайда, осылайша су өндірудің бірнеше варианттары қолданылады;

в) аса ірі, қоры да орасан мол өнімді қойнауқаттардың мұнайын сумен тоғыту әдісі көмегімен өндіру барысында аталған қойнауқаттар бірнеше шартты блоктарға даралануы, осылайша дараланған әрбір бөлікше өз алдына бөлек игерілуі тиіс. Аса ірі өнімді қойнауқаттар мұнайын осылайша өндіру әдісі "жатындарды тоғыту ұңғымаларымен бөлшектеу" (разрезание залежей нагнетательными скважинами) деп аталады.

Игерім ұңғымалары жаппай "сулана бастаған" жағдайда "өндірісті жеделдету" (форсированный отбор) шаралары жүзеге асырылатындығы жоғарыда айтылды, көп жағдайда бұл әдіс те өте тиімді болуы мүмкін. Мұның басты себебі – өндірісті жеделдету

нәтижесінде өнімді горизонт ауқымындағы мұнай мен су массаларының жылжу процесі шапшаңдайды. Олардың ағын жылдамдығы тездетіледі, таужыныстардың кеуектілігі ағындарды қалыптастыруға толығырақ қамтылатын болады. Яғни, таужыныстардың өтімділік дәрежесі ұлғаяды, ал осының бәрі өндірілетін мұнай қорының айтарлықтай артуына септігін тигізеді.

Өнімді горизонттарға шоғырланған мұнай қорларын мейлінше тиімді түрде игеріп алуды қамтамасыз ету үшін игеру шараларына қатысты бүкіл жұмыстар кешенін геологиялық-технологиялық бақылауға алудың, өндіруге қатысты параметрлерді мезгіл-мезгіл өлшей отырып, нақтылы қорытындылар жасап отыру. Ал қажет деп табылған жағдайда қосымша іс-шараларды уақтылы жүзеге асырып отырудың маңызы өте зор. Кенорынды игеруге қатысты қажетті қорытындылар жасап отыру үшін пайдаланылатын карталар мен өзге де графикалық материалдар тізбегі мыналар:

- өнімді горизонтты белгіленген жобаға сай игеру картасы;
- әдейі дайындалатын өнімді қабаттың мерзімдік картасы;
- изобаралар (қойнауқаттық қысым көрсеткіштерінің) картасы;
- газдық фактор картасы;
- жатынды игеру нәтижесінде өнімді горизонттардың сулану картасы;
- ұңғымаларды игеру графигі;
- өнімді горизонттарды игерудің жалпылама картасы.

Жоғарыда келтірілген карталар мен графикалық материалдарға тиесілі көрсеткіштерді мезгіл-мезгіл бақылаған дұрыс. Нәтижесінде анықталған өзгерістерді нақтылы мерзім тұрғысынан талдау негізінде тиісті қорытындылар жасалып, қажет деп табылған жағдайда қосымша іс-шаралар жүзеге асырылуы тиіс.

Кенорынды тиімді, әрі ұтымды игеруге байланысты қорытындылар, құрылым карталары мен игеру карталарын жан-жақты саралау негізінде жасалады. Игеру карталары әдетте кенді қатқабаттың бет-бедер ерекшеліктерін (тереңдіктерін) кескіндеу арқылы белгілі бір кесімді мерзімде (мәселен, айдың, тоқсанның, жылдың басында) жасақталады. Карта бетінде нақтылы шартты белгілер көмегімен төмендегі мәліметтер кескінделеді:

- таза мұнай алынатын және су аралас мұнай өндірілетін ұңғымалар;
- жаппай суланып кетуіне байланысты игеру жұмыстары тоқтатылған ұңғымалар;
- мұнай өнімі газ өніміне ұласып кеткен ұңғымалар;
- ешқандай да өнім бермейтін ұңғымалар;
- соңғы бағалау барысында су берген ұңғымалар;

- соңғы бағалау барысында газ берген ұңғымалар;
- өнім беруді тоқтатқан, мұның басты себебі – жинауыш таужыныстардағы өзгерістермен түсіндірілетін ұңғымалар;
- сумен тоғыту ұңғымалары;
- бакылау ұңғымалары және пьезометрлік ұңғымалар.

Өнімді горизонттарға шоғырланған мұнай жатынына тиесілі мұнай өнімін жан-жақты талдауға қатысты параметрлер мыналар:

- қойнауқаттық қысым көрсеткіштері өзгеруінің динамикасы (изобаралар картасы бойынша анықталады);
- қойнауқаттардан алынған су мен мұнайдың көлемдік көрсеткіштері, осы көрсеткіштермен байланысты туындайтын қойнауқаттық қысым өзгерістері;
- газдық фактордың өзгеру динамикасы;
- су-мұнай жапсары шартты сызығының жоғары көтерілу көрсеткіштері (өнімді горизонттардың сулану картасы және су-мұнай жапсарының картасы бойынша);
- қойнауқаттық сұйықтардың (судың, мұнайдың) және газдың физикалық қасиеттерінің жатындарды игеру барысындағы өзгеру динамикасы мен осы өзгерістердің өзара байланыс сипаты;
- жұмыс жасап тұрған игерім ұңғымаларының бір-біріне тигізер әсері (интерференциясы).

Өнімді қойнауқаттан мұнай, газбен су өндіру және оған сырттан су айдауға байланысты қойнауқаттық қысымның өзгеру табиғаты арнаулы диаграммалар тұрғызу арқылы кескінделеді. Мұндай диаграммаларда қысымның жоғарылау немесе төмендеу мөлшерлері дәлме-дәл көрініс табады. Ал мұндай өзгерістердің өнімді қойнауқат параметрлерінің қайсысымен байланысты туындағандығын да осы диаграммалардан анықтауға болады.

Мұнай кенорнын игеру барысында өнімді горизонттан мұнай, газ, су сынамалары алынып, олардың физикалық сипаттамалары зертханалық жағдайда анықталып отырады. Игерімдегі горизонттың қалдық қорын есептеу мақсатында бұрғыланған ұңғымалар оқпанынан тасбаған (керн) алынып, жер қойнауына тиесілі таужыныстардың бұл үлгілері де жан-жақты зерттелетіндігі белгілі.

Кейбір жағдайларда игерім ұңғымасындағы қойнауқаттық қысым мөлшерін жасанды түрде жоғарылату мақсатында өнімді қойнауқатқа су массалары емес, газ (ауа) массалары айдалуы да ықтимал екендігі белгілі. Бұл жағдайда қойнауқатқа енгізілетін газдың химиялық құрамы (азот пен оттегінің мөлшері) мен физикалық қасиеттері (мәселен, меншікті салмағы, яғни тығыздығы, жылу бөлу әсері, т.с.с.) мұқият зерттелетін болады. Горизонтқа су айдалған болса, сол судың

қойнаулық жағдайда химиялық құрам өзгерістеріне ұшырау табиғаты тексеріледі. Аталған параметрлердің дәлме-дәл болуы және түгелдей жинақталуы – сол параметрлерді саралау нәтижесінде жасақталған қорытындылардың шындыққа сәйкестік дәрежесін жоғарылатады. Ал мұның өзі мұнай өндіруге байланысты жүргізілетін іс-шаралардың сапасын жоғарылатуға, дұрыс технологиялық режимнің таңдалып алынуына жағдай жасайды. Осының бәрі түптеп келгенде, игерімдегі горизонттан өндіріліп алынатын мұнай мөлшерін алдын ала шамалауға мүмкіндік береді.

Жер қойнауындағы мұнай жатындарынан өнім өндіру барысында су-мұнай жапсары мен газ-мұнай жапсарын анықтау мен олардың өзгерістерін дәйім қадағалап отыру шараларына айырықша көңіл бөлінеді. Қазіргі таңда газ-мұнай жапсарын анықтау және осы жапсар деңгейінің өзгеріс сипатын қадағалау мақсатында кәсіптік геофизикалық зерттеулердің нейтрондық гамма- каротаж әдісі қолданылады. Ал су-мұнай жапсарының орналасу тереңдігін анықтау мақсатында ұңғыма оқпанына тоғытылатын сумен бірге, арнаулы радиоактивті изотоп айдалады. Осы изотоп әсерін көршілес ұңғыма оқпанынан газдық каротаж көмегімен тап басу су-мұнай жапсарының орналасу деңгейін анықтауға көмектеседі. Кәсіптік геофизикалық зерттеулердің газдық каротаж әдісі көмегімен жер қойнауындағы горизонттардың литологиялық құрамы мен олардың жинауыштық қабілетін де анықтауға болады.

Өнімді горизонттың болмыс-бітімі жайлы жинақталған мәліметтердің шындыққа сәйкестік дәрежесі жоғары болуы кенорынды игеруге қатысты дұрыс қорытындылар жасаудың бірден-бір кепілдігі болатындығы түсінікті. Аталған мәліметтер ұңғыманың төлқұжатына тіркеледі, бұл мәліметтер ішіндегі ең бастылары мыналар: ұңғымадан өндірілуі тиіс мұнайдың, газдың және жерасты суының мөлшерлері; газдық фактор көрсеткіші; қойнауқаттық қысым көрсеткіштері; ұңғыма оқпаны түбінің қысымы; ұңғыма оқпаны ернеуінің қысымы; шегендеу тізбегіне тиесілі құбырлар аралығындағы қойнауқаттық қысым мөлшерлері; игерім штуцерінің диаметрі, т.с.с. Осы мәліметтер негізінде игеру картасы мен игеру графигі құрастырылып, өндіріс тиімділігін қамтамасыз ететін геологиялық-технологиялық шаралар кешені тағайындалады.

Игеру графигі байырғы екі осьті диаграмма түрінде кескінделеді. Бұл диаграмманың тік бағытталған (ордината) өсінің бойымен өндірілген мұнайдың (газдың, судың) мөлшері белгіленсе, көлбеу (горизонталь) бағытталған (абцисса) өсінің бойына уақыт бірліктері (өндіру жылдары, токсандары, айлары, т.с.с.) белгіленеді. Осылайша

анықталған нүктелерді бір-бірімен жалғастыру арқылы игеру графигі құрастырылады. Мұндай графиктер өте көрнекі болып келеді. Онда ұңғыма оқпанына су айдағанға дейінгі өнім мөлшері мен сырттан су айдала бастағаннан кейінгі өнім мөлшерінің салыстырмалы айырмашылығы бірден байқалады.

Мұнай өндіру жұмыстарының тиімділігін арттыру мақсатында бір топ нақтылы іс-шаралар белгіленіп жобаланады. Олар – мұнай өндіру мерзімін қысқарту, игерім ұңғымаларының санын азайту, бұрғылау жұмыстарының жалпылама көлемін кеміту, мұнайдың нақтылы мөлшерін өндіруге жұмсалатын шығынды азайту, т.с.с. Осы сияқты нақтылы іс-шаралар тек жобаланып қана қоймай, оларды іс жүзінде жүзеге асыруға үлкен мән беріледі. Өнімді қойнауқатқа су айдау арқылы мұнай өнімінің қаншалықты артқандығы, өндіріс қарқынының жоғарылау көрсеткіші, 1 *m* қосымша мұнай өндіруге жұмсалатын қаржы мөлшері сияқты маңызды мәліметтер нақтыланып, өндірілген мұнайдың өзіндік құнын азайту шаралары белгіленеді. Жалпы алғанда, мұнай өндіруге қатысты ең негізгі көрсеткіш – **мұнай өндіру коэффициенті**, орындалатын бүкіл іс-шаралардың негізінде осы коэффициент көрсеткішін шама келгенше жоғарылату мүддесі жатуы тиіс.

11.8. Газ кенорындарын, газды-конденсатты кенорындар мен теңіз табанындағы мұнай кенорындарын игеру ерекшеліктері

Газ кенорындарын игерудің мұнай кенорындарын игерумен салыстырғанда айтарлықтай ерекшеліктері бар. Мұндай ерекшеліктер газдардың өздеріне ғана тән кейбір физикалық қасиеттерінен туындайды. Мәселен, газдардың мұнайға қарағанда әлдеқайда жеңіл болатындығына, тұтқырлығының аздығына және ыдыраңқы күйде ұшырасатындығына байланысты, олар жер қойнауынан жер бетіне қарай мұнай мен суға қарағанда әлдеқайда жылдамырақ қозғалады.

Жер қойнауындағы газ жатындарын игеру процесі газдардың жоғарыда сөз болған өзіндік ерекшеліктерін ескере отырып жүзеге асырылуы тиіс. Газдың өнімі сол газ өндірілетін жатынның қысымы мен температурасына тікелей байланысты. Яғни, бұл екі параметрдің нақтылы мөлшерлері өнім мөлшерін де анықтайды. Егер газ өндірілетін горизонт әртүрлі тектоникалық жыртылыстармен бөлшектенген күйде ұшырасса, жатынның әрбір бөлікшесі тек өзіне ғана тән қысым көрсеткішімен сипатталады. Олай болса, мұндай әрбір бөлікшенің өнімі де тек өзіндік сипатты (мөлшерді) иеленуі ықтимал.

Газ өндіруге бағытталған игерім ұңғымаларының саны өнімді қойнауқаттың өзіндік ерекшеліктеріне, сол қойнауқатқа шоғырланған сұйық пен газдың физикалық қасиеттеріне, жалпылама алынатын өнім мөлшеріне және игерімдегі газ кенорнынан қаншалықты өнім өндірілуі тиіс екендігіне байланысты анықталады.

Газ кенорындарын игеру жобаларында игерім ұңғымаларынан алынатын ең жоғарғы өнім мөлшері көрсетіледі. Алайда іс-тәжірибеде арнаулы жобада көрсетілген өнім мөлшерінің қамтамасыз етілмей қалу мысалдары жиі ұшырасады. Мұндай жағдайлар, кенорынның геологиялық құрылыс ерекшеліктері мен технологиялық іс-әрекеттердегі ақауларынан туындайды. Мәселен, өнімді горизонттар тектоникалық деформацияларға ұшырауы нәтижесінде қарқынды қатпарланған немесе олар жыртылыстармен күрделі түрде бөлшектенген жағдайда, олардан өндірілетін газ мөлшері де кең аралықта өзгертін болады. Ұңғыма оқпанының қабырғасы опырыла құлауы нәтижесінде оның түбін таужыныстар көміп тастаған жағдайда, игерім тізбектерін құрайтын құбырларының қажалуы нәтижесінде сол тізбектегі саңылаусыздық (герметичность) сақталмаған жағдайда, газ өнімі айтарлықтай төмендеп кетуі ықтимал. Суарынды режим жағдайында өндіріліп жатқан газ горизонты жерасты суларымен жаппай тоғытылып кеткен жағдайда да технологиялық режим бұзылады. Мұның нәтижесінде газ жатынын игеру процесі тұрақсыз сипатты иеленуі, сөйтіп жобаланған газ мөлшері өндірілмей қалуы әдбеп мүмкін.

Қалыңдығы айтарлықтай мол горизонттарға шоғырланған газ жатындары көбінесе біркелкі торлардың қилысу нүктелеріне орналастырылған игерім ұңғымалары көмегімен өндіріледі. Газ өндірілетін горизонттардың литологиялық құрамы түрліше таужыныстардан құралған жағдайда, игерім ұңғымаларының орналасу торабы да әртүрлі пішіндерді иеленуі ықтимал. Әдетте газ өндіретін ұңғымалар торабы мұнай өндіретін ұңғымалар торабымен салыстырғанда сирегірек орналастырылып, ұңғымааралық қашықтық 700-ден 2500 м-ге дейін жетуі мүмкін. Жалпы алғанда, газды горизонттардан өнім өндіру ұңғымаларының саны алуан түрлі көрсеткіштерге байланысты кең аралықта өзгереді. Мұндай көрсеткіштердің бастылары – кенорынның ауқымдылығы (үлкен-кішілігі), құрылымдық ерекшеліктері, өнімді горизонттардың еңістену дәрежесі және тектоникалық бұзылыстармен (жыртылыстармен) бөлшектену сипаты, литологиялық ерекшеліктері, кеннің игерілу режимі, қойнауқаттық температура мен қысым көрсеткіштері, т.с.с. көптеген табиғи және технологиялық процесс нәтижелері.

Газ өндірудің мөлшерлік көрсеткіші – өндірілген газды тасымалдау, сақтау және жедел пайдалану мүмкіндіктерімен тығыз байланысты. Өндірілген газ арнаулы тасымалдау құбырларына жалғанған жағдайда игерім ұңғымасы ернеуіндегі қысым мөлшері 40-50 атм. шамасында болады. Ал ол жергілікті тұтынушыларға пайдалануға берілген немесе жергілікті қорқоймаларда уақытша сақтауға жіберілген жағдайда, ұңғыма ернеуіндегі аралық қысым мөлшері – көрсетілген мөлшерден төменірек болуы да ықтимал.

Газ кенорындарын игерудегі ең негізгі технологиялық-техникалық шара – қойнауқаттық газдарды игерудің біркелкілігін қамтамасыз ету. Игерудің біркелкілігін қамтамасыз ету дегеніміз – өнімді жатындағы газ қорын тереңдіктерде орналасқан газ-су жапсарынан бастап, сол жатынның жоғарғы жағына қарай бірте-бірте игеру. Осы шарт қапысыз орындалған жағдайда өнімді горизонт газы ешбір шығынсыз игеріліп, горизонттың газ беру коэффициенті жоғары көрсеткіштермен сипатталатын болады.

Газ кенорының қоры табиғи қойнауқаттық қысымның қойнау газдарын жер бетіне алып шығу мүмкіндігі толығымен таусылғанша игеріледі. Егер кенорын кешенділікпен сипатталса, яғни ол таза газ жатындарынан ғана емес, мұнайлы-газды жатындармен сипатталса, онда мұндай кенорынды игеру шаралары әуелі мұнайлы горизонтты игеруден басталады. Яғни, газ мұнайдан кейін игеріледі. Мұндай реттілікті сақтау қажеттілігінің басты себебі – мұнай массаларын өндіруде қойнауқаттық газдың сол мұнайды ысырып шығаруға қабілетті энергиясын толығымен пайдалану болып табылады. Мұнай жатынының үстіңгі жағында орналасқан қойнауқаттық газ массасы да сол газдарды төсеп жатқан мұнай массасы өндіріліп алынғаннан кейін игеріледі.

Көп қабатты газ жатындарын игеру процесі көп қабатты мұнай кенорындарын игеру процесіне ұқсас. Ол үшін газды горизонттарды олардың құрылымдық ерекшеліктеріне, физика-литологиялық сипаттарына, сол горизонттарға кіріккен газ массаларының физика-химиялық ерекшеліктеріне орай бір-бірінен шартты түрде даралай отырып, біршама күрделі нысандар жиынтығы жасақталады. Мұндағы әрбір шартты бөлікше, өздерінің ең басты сипаттары тұрғысынан біркелкі болып келуі тиіс. Игерім ұңғымаларын бұрғылау барысында игерілуі тиіс кенорынға шоғырланған газ массасының жалпы мөлшеріне (қорына) қарай игеру тізбегінің (құбырлардың) нақтылы диаметрі таңдалып алынады. Бұл диаметр екінші жағынан, кенді табысты игеруді қамтамасыз етуге қатысты технологиялық жағдайларға сәйкестендірілуі тиіс.

Газды-конденсатты кенорындарды игеру процесінің де азды-көпті өзіндік ерекшеліктері болады. **Газ конденсаттары** дегеніміз – жер қойнауына тән термодинамикалық жағдайларда газ түрінде кездесетін, мұнай көмірсутектерінің тез қайнайтын сұйық түрлері мен газ күйіндегі түрлерінің өзара астаса отырып еруі нәтижесінде түзілетін табиғи жүйе. Суынуы және қысым мөлшерінің атмосфералық қысымға дейін төмендеуі нәтижесінде аталған жүйе сұйықтарға, яғни конденсаттарға айналады. Жалпы алғанда, **конденсаттану** процесі заттың газдан сұйық күйге ауысуы.

Қойнауқаттық газ ауқымындағы конденсат мөлшері сол газдың химиялық құрамына, қойнауқаттық қысым мен температура көрсеткіштеріне байланысты өзгермелі болып келеді. Мысалы, қойнауқаттық қысымы 400 кг/см^3 , температурасы 95°C Карадаг кенорнындағы конденсат мөлшері $280 \text{ см}^3/\text{м}^3$ болса, қысымы 227 кг/см^3 , температурасы 73°C Хаджиабат кенорнындағы конденсат мөлшері $110 \text{ см}^3/\text{м}^3$. Ал қысымы 240 кг/см^3 , температурасы 45°C Шебелинск кенорнындағы конденсат мөлшері болған-біткені $14 \text{ см}^3/\text{м}^3$ екендігі анықталған. Газ-конденсатты кенорындардағы конденсат мөлшері өнімді қойнауқаттан алынған сынамаларды зертханалық жағдайда зерттеу нәтижесінде анықталатындығын атап көрсету орынды.

Газды-конденсатты кенорынды игеру процесі қойнауқаттық қысым мөлшерін шама келгенше ұдайы бірқалыпты жағдайда ұстап тұруға негізделген. Кенорынды игеру барысында қойнауқаттық қысым көрсеткіші кенет төмендеп кеткен жағдайда газ массасы аралығындағы конденсат сол газ массасынан бөлініп шығып, оның негізгі қоры игерілуден тыс қалуы мүмкін. Кенорынды игеру барысында қойнауқаттық қысым мөлшерін үнемі жоғары дәрежеде және бірқалыпты жағдайда ұстап тұру мәселесі мұнай-газ геологиясындағы ең көкейтесті мәселелердің бірі. Бұл мақсатқа қол жеткізу – қосымша техника-технологиялық іс-шараларды жүзеге асыруды қажет ететіндігі, аталған іс-шаралар қойнауқатқа жасанды түрде әсер ету шараларымен орайласатындығы белгілі. Газ-конденсатты кенорындарды игеру барысындағы мұндай іс-шаралардың мазмұны да қойнауқатқа сырттан су немесе газ массаларын айдау операцияларымен анықталады. Бұл орайдағы бір ғана ерекшелік – қойнауқатқа айдалатын газ массаларының рөлін, сол кенорынның өзінен өндірілген конденсат газдары атқаратындығы. Қойнауқаттық қысымды қалыпты жағдайда ұстап тұрудың ең ұтымды шараларын

жүзеге асыра білген жағдайда, жер қойнауына шоғырланған конденсат қорының 90 %-ға дейінгі мөлшері өндіріліп алынуы мүмкін.

Теңіз табанындағы мұнай кенорындарын игеру мәселесі айтарлықтай қиындықтар туғызатындығы түсінікті. Теңіз түбінен табылған мұнай кенорындарын игеру тәжірибесі бұрынғы КСРО елдері ауқымында негізінен Әзербайжан республикасында жинақталды. В.С. Мелик-Пашаев деген маманның пікіріне сай, теңіз табанына шоғырланған мұнай жатындары төрт түрлі әдіспен игерілуі мүмкін: 1) теңіз айдынының жағалауға жапсарлас орналасқан қойнауында мұнайы бар нақты бөлікшесін топырақ төгу арқылы немесе оны арнаулы дамбамен қоршай отырып, осылайша оқшауланған бөлікшедегі су массасын сораптау арқылы құрғату; осылайша құрғатылған бөлікше ауқымында игерім ұңғымаларын орналастыру; 2) арнаулы эстакадалар тұрғызып, сол эстакадалардан ұңғымалар бұрғылау; 3) теңіз айдынында жасанды аралшалар жасау, осы аралшалардан жекелеген ұңғыма немесе ұңғымалар бұтасын бұрғылау; 4) теңіз табанынан арнаулы туннельдер қазып, сол туннельдерден игерім ұңғымаларын бұрғылау.

Теңіз айдынының жағалауға жапсарлас бөлікшесін топырақ төгу немесе суын сору арқылы құрғату шаралары, орасан мол қаржы мен еңбекті қажет ететіндігі түсінікті. Сондықтан мұндай іс-шаралар сирек қолданылады. Бұл әдісті қолданудың үш түрлі шарты бар, олар: а) теңіздің құрғатылатын бөлігінің суы мейілінше саяз болуы; ә) құрғатылатын бөлікше жағалау сызығына жапсарлас орналасу тиістілігі; б) құрғатылған бөлікше астындағы кенорын көп қабатты кенорын болуы.

Әзербайжан жерінің Каспий теңізі айдыны түбінде орналасқан мұнай кенорынның теңіз түбін құрғату әдісі көмегімен игерудің алғашқы мысалы ретінде «Биби-Эйбат» деп аталатын кенорынды игеру тарихын алуға болады. Мұнай геологиясының негізін салушылардың бірі Д.В.Голубятниковтың ұсынысы бойынша, Каспий теңізіндегі «Ильич шығанағы» деп аталатын теңіз бөлігі Плотацкий деген орыс инженерінің басшылығымен топырақ төгу арқылы 1909 жылы құрғатыла бастапты. Осылайша басталған жұмыстар нәтижесінде 1918 жылға дейін теңіздің 203 гектар бөлігі құрғатылып, онда талай-талай игеру ұңғымалары орнатылған.

Теңіз айдыны ауқымында эстакадалар орнату арқылы мұнай кенорындарын игеру әдісі кенорынның негізгі бөлігі, жағалауға жапсарлас құрлық ауқымында, оның тек шеткі бөлігі ғана теңіз табанына сұғына еніп жатқан жағдайда, не болмаса бүкіл кенорын теңіз табанының жағалауға өте жақын бөлікшесінде орналасқан

жағдайда қолданылады. Орнатылған эстакадалар бұрғылау ұңғымаларын тұрғызатын арнаулы алаңшалар жасақтауға қолданылады. Аталған алаңшалардың ауданы кең аралықта өзгеруі мүмкін. Бұл көрсеткіш сол алаңшадан бұрғыланатын ұңғымалардың санына байланысты. Десек те, бұл жағдайда бір алаңшадан көбінесе бір ғана бұталы ұңғыма бұрғыланады. Ал бұталы бұрғылау әдісіне сәйкес орталық ұңғыма тік бағытта, бес-алты еңістетілген ұңғыма жанама бағыттарда (шартты бес немесе алты бұрыштың ұштарына қарай) бұрғыланатындығы белгілі.

Әзербайжан жерінде, өзге де мұнайлы аймақтарда теңіз түбіндегі мұнай кенорндарын жекелеген қондырғылар жасақтау арқылы игеру тәжірибесі эстакадалардан игеруге қарағанда тиімдірек, әрі бұл әдістің мүмкіндігі де жоғары екендігін көрсеткен. Мұндай қондырғылар орнату шараларын іске асыру үшін теңіз суының тереңдігі ондаған м-ден аспауы тиіс. Мәселен, Әзербайжан жеріндегі тәжірибеге сәйкес, жекелеген қондырғылар орнату 25 м тереңдіктер аймағында жүргізілсе, Венесуэла мемлекетінде жекелеген қондырғылар орнату тәжірибесі 40-45 м тереңдіктер ауқымында жүзеге асырылған.

Теңіз табанында орналасқан кенорндарды игеру барысында орындалуы тиіс басты шарт мынау: кенорнды игеру шаралары басталғанға дейін игерілуі тиіс бүкіл мұнай жатындары толығымен шекетемеленуі тиіс. Яғни, теңіз табанындағы кенорндарды игеру ұңғымаларын бұрғылау жұмыстары, сол кенорын толығымен барланып біткеннен кейін ғана жүргізіледі.

Теңіз табанындағы кенорндарды игеру жұмыстары техника мен технологияның ең соңғы жаңалықтары мен ең жаңа әдістерді пайдалана отырып жүргізуді қажет етеді. Бұл орайда әсіресе еңістене бағдарланған бұталы бұрғылау оқпандарын жасақтау, қос оқпанды ұңғыма бұрғылау, бір ғана нүктеге орналасқан екі ұңғыманы бірінен кейін бірін бұрғылау, т.с.с. бұрғылау әдістері атауға болады.

Қос оқпанды бұрғылау әдісі дегеніміз – бір ғана бұрғылау мұнарасынан бір ғана бұрғылау қондырғысы көмегімен бір ғана бұрғылау бригадасының бір мезгілде екі ұңғыма оқпанын жасақтау процесі. Бұл жағдайда екі ұңғыма оқпаны бір ғана нүктеден басталады да, олар кезек-кезек бұрғыланып отырады. Ал бір оқпаннан екінші оқпанға ауысу процесі, бұрғылау тізбегін оқпаннан түгелдей көтеріп алуды қажет етпейді: бірінші оқпанның шартты тереңдігі бұрғыланып біткеннен кейін (мысалы, бір ауысымнан немесе бір тәуліктен кейін, т.с.с.) бұрғылау тізбегінің соңғы бөлігі ғана аз-мұз көтеріліп, енді ол екінші оқпанға жіберіледі. Екінші оқпанның шартты тереңдігі бұрғыланып біткеннен кейін тізбек сәл-пәл көтеріліп, ол бірінші

оқпанға қайтадан түсірілетін болады, т.с.с. Бұрғылау тізбегін жер бетіне қайта-қайта көтеріп алмай-ақ, оны осылайша кезек-кезек ауыстырып отыру, қос оқпанды бұрғылау әдісінің тиімділігін айтарлықтай арттырады. Яғни, екінші оқпанды бұрғылау үшін қосымша бұрғылау қондырғысын жасақтаудың қажеті. Ал бұрғылау қашауышының оқпан түбін бұрғылау уақыты айтарлықтай ұзартылуы –бұрғылауға кететін шығынды азайтып, бұрғылау жылдамдығын айтарлықтай арттыратын болады. Алайда бұл әдістің кемшіліктері де жоқ емес. Оның басты кемшілігі – екі оқпанның біреуінде апатты жағдай туындай қалғанда, екінші оқпандағы жұмысты да толығымен тоқтату қажет болады.

Теңіз табанындағы кенорындарды игерудің соңғы жылдардағы тәжірибесінде бір ғана нүктеден басталатын екі ұңғыманы бірінен соң бірін бұрғылау әдісі кеңінен қолданылуда. Бұл әдістің қос оқпанды ұңғыма бұрғылаудан айырмашылығы – оқпандарды бұрғылау процесі бір мезгілде жүргізілмейтіндігі. Яғни, екінші оқпанды бұрғылау жұмыстары бірінші оқпанды бұрғылау аяқталғаннан кейін ғана басталатындығы. Бұл әдіспен бір нүктеден екі оқпанды бұрғылау ерекшелігі мынада: бірінші оқпан бұрғыланып біткеннен кейін және оның шегендеу тізбегін теспелеу жұмыстарын жүзеге асырмас бұрын, бұрғылау мұнарасы бір жағына қарай қисайтылады. Осылайша екінші оқпан бұрғылана бастайды; кенорынды игеру шаралары екінші оқпан да толығымен бұрғыланып біткеннен кейін ғана басталады.

Біздің еліміз аумағындағы Каспий теңізі айдынының түбінен Қашаған, Құрманғазы, Ақтоты, Қаламқас-теңіз, т.с.с. ғаламат ірі және аса ірі мұнай кенорындарының табылуы – теңіз табанындағы кенорындарды игеру мүддесін бүгінгі таңдағы ең көкейтесті мүдделердің бірі ретінде қалыптастырып отыр. Осы мүддеге қол жеткізу жолында қазақ мұнайшылары АҚШ пен Еуропаның, теңіз айдынындағы мұнай кенорындарын игеру ісінде айтарлықтай тәжірибесі бар өзге де елдердің озық әдістері мен жоғары технологиясын кеңінен қолдануда.

Тарау бойынша бақылау сұрақтары

- 1. «Игеру жобасы» деп аталатын құжат қандай мәліметтерге негізделеді және өзі қандай жұмыстар жүргізуге негіз болады?*
- 2. Мұнай немесе газ өндіру процесі дегеніміз не, бұл процесс ненің көмегімен және қалайша жүргізіледі?*

3. Игеру жобаларында қандай мәліметтер қамтылуы тиіс? Мұнай өндірудің ұтымды жүйесі жасақталды деп мәлімдеу үшін қандай шарттар орындалуы тиіс?

4. Мұнай кенорнын игерудің үш түрлі жүйесін сипаттаңыз. «Игеру қабатың және «игеру нысаның деген түсініктер нені білдіреді?

5. Игеру қабаттарын жіктеу барысында қандай шарттар орындалуы тиіс?

6. Бірнеше өнімді қойнауқаттарды топтастыра игеру қандай мақсатта жүргізіледі? Топтастыру барысында қандай мәселелер қатаң ескерілуі тиіс?

7. Игерім ұңғымаларын «дұрыс үшбұрыштар» немесе «дұрыс төртбұрыштар» құрайтын торларға сәйкес орналастыру үшін қандай шарттар орындалуы тиіс? Ұңғыма аралығының қашықтығын өзгертіп отыру тәсілі қандай жағдайда қолданылады?

8. Кенорынды жоғарыдан төмен қарай игеруді сипаттап беріңіз.

9. Кенорынды төменнен жоғары қарай игеруді сипаттап беріңіз.

10. Кенорынды аралас тәртіпте игеру жүйесі қандай жағдайда қолданылады? Бұл жүйені қолдану барысында жүргізілетін жұмыстарды сипаттаңыз.

11. Кенорынды көп қатарлы тізбектермен игеру жүйесін қолдану шарттарын сипаттаңыз.

12. Бір ғана ұңғыма оқпанымен екі немесе үш игеру қабатын бірден аршу жұмыстары қалайша және қандай ретпен жүргізіледі? Бұл тәсілді қолдану мүмкіндігін шектейтін негізгі қиындық қандай?

13. Жекелеген мұнайлы горизонтты игеру элементтеріне қандай параметрлер кіреді?

14. Ұңғымаларды орналастырудың тең өлшемді торы қандай геометриялық пішіндерді иеленуі мүмкін? Мұндай тор әдетте қандай режимдегі өнімді горизонттарды игеруде қолданылады?

15. Ұңғымаларды орналастырудың әр өлшемді торы әдетте қандай режимдегі өнімді горизонттарды игеруде қолданылады? «Ұңғымаларды батереялық орналастыру сұлбасың дегеніміз не?

16. Ұңғымалар аралығының қашықтығы кенорынның қандай параметрлеріне байланысты анықталады? Бұл қашықтық қандай аралықтарда өзгеруі мүмкін?

17. Қойнауқаттан мұнай алу мөлшері мен игерім ұңғымаларының саны арасында байланыс бар ма? Бұл мәселе жөнінде қандай-қандай пікірлерді білесіз?

18. «Өнімді қойнауқатты игеру жеделдігі» деген түсінік жайында айтып беріңіз. «Тұтастай игеру жеделдігінің жүйесі» және

«баяулатып игеру жеделдігінің жүйесі» жайлы не білесіз? Соңғы жүйенің қандай түрлері болады, оларды қолдану процесі қалайша жүзеге асырылады?

19. Өнімді қойнауқатқа сырттан әсер ету шаралары деген түсініктің мақсат-мүддесін және мазмұнын спаттаңыз. Өнімді қойнауқаттарды сумен тоғыту тәсілінің қандай түрлері болады, олар қалайша жүзеге асырылады?

20. Мұнай-газ кенорындарын игеру жобасын дайындау барысында қатаң ескерілуі тиіс мәселелерді санамалап шығыңыз.

21. Мұнай кенорындарының қорларын пәрменді де тиімді түрде игеру мәселесінің теориялық принциптерін жасақтау қандай ғалымдар тарапынан жүзеге асырылды?

22. Кенорын қорларын тиімді игеру үшін қандай іс-шаралар жүзеге асырылады? Өндіріс тиімділігін арттырудың қандай жолдарын білесіз?

23. Өнімді горизонттарды сумен тоғыту шаралары жоспарланған жағдайда қандай мәселелер ескерілуі тиіс?

24. Кенорынды игеруге қатысты қажетті қорытындылар жасап отыру үшін пайдаланылатын карталар мен өзге де графикалық материалдарды санамалап шығыңыз.

25. Игеру карталарының бетінде қандай мәліметтер беріледі?

26. Өнімді горизонттың болмыс-бітімі жайлы жинақталған материалдар қандай құжатта тіркеледі? Мұндай мәліметтердің ең бастыларын атап шығыңыз.

27. Игеру графигі қалайша құрастырылады? Мұнай өндіруге қатысты ең негізгі көрсеткіш не?

28. Газ кенорындарын игерудің өзіндік ерекшеліктерін айтыңыз. Мұндай ерекшеліктер газдың қандай қасиеттеріне байланысты туындайды?

29. Өндірілген газды сақтау, тасымалдау және пайдалану мүмкіндіктері жайлы не білесіз? «Қойнауқаттық газдарды игерудің біркелкілігін қамтамасыз ету» дегеніміз не, оның маңыздылығы неде?

30. «Газды конденсат» дегеніміз не? Газ құрамындағы конденсат мөлшері газдың қандай параметрлеріне байланысты өзгереді?

31. Газды-конденсатты кенорындарды игеру процесі қандай шартты қамтамасыз етуге негізделген, бұл шарт орындалған жағдайда, қойнауқаттық газдың қаныа пайызы өндіріліп алынуы мүмкін?

32. Теңіз табанындағы мұнай кенорындарын игеру мәселесіне қатысты қиындықтар мен осы қиындықтардан шығу жолдарын айтып беріңіз.

12. МҰНАЙ-ГАЗ КЕНОРЫНДАРЫН ИГЕРУ БАРЫСЫНДА ҚОРШАҒАН ОРТА МЕН ЖЕР ҚОЙНАУЫН ҚОРҒАУ ЕРЕЖЕЛЕРІ

12.1. Мұнай-газ кенорындарын игеруге байланысты қоршаған орта мен жер қойнауын қорғау міндеттері

Мұнай-газ кенорындарын игеруге байланысты табиғи байлықтарды үнемді пайдалану және табиғатты қорғау мәселелеріне байланысты туындайтын міндеттер жиынтығы екі бағытта пәрменді, әрі жоспарлы жұмыстар жүргізуді талап етеді. Олардың біріншісі – мұнай (газ) қорын өндіру коэффициентінің ең жоғарғы және бұған шығатын шығынның ең аз көрсеткішіне қол жеткізу мақсатында кенорындарды игерудің ұтымды әдіс-тәсілдері мен ең жаңа техника-технологиялық шараларын таңдай білу болса, екінші міндет – мұнай-газ кенорындарын іздеу, барлау және игеру барысында жүргізілетін жұмыстар жиынтығының қоршаған ортаға, яғни табиғатқа тигізер кері әсерін болдырмауға тырысу. Негізінен өндірістік шаралардың өлі және тірі табиғатқа тигізер зиянын азайту. Мұнай кәсіпшіліктері тарапынан жүргізілетін жұмыстардың жоғарыда көрсетілген талаптарға сай болуын қадағалаушы мемлекеттік органдар ретінде, республикамыздың Қоршаған ортаны қорғау министрлігін, сол сияқты Энергетика және жер қойнауын қорғау министрлігіне қарасты Геология және жер қойнауын қорғау комитетін атауға болады. Бұл құзіретті органдар тарапынан экологиялық мәселелерге арналған талай-талай ресми құжаттар жасақталып, заңдастырылған. Олар жоғарыда сөз болған талаптардың кәсіпорындар тарапынан мүлтіксіз орындалу мүддесін көздейді. Мәселен, республикамыздың Геология және жер қойнауын қорғау комитеті, мұнай-газ кенорындарын игерумен айналысатын кәсіпорындарға арнап арнаулы талаптар тізбегін жасақтады. Бұл орган осы талаптардың аталған кәсіпорындар тарапынан қапысыз орындалуын бақылап отыруға құзіретті. Атап айтқанда, Комитет мына талаптардың орындалуын қадағалайды:

1) мұнай және газ горизонттарын игеру режимдерінің дұрыс таңдалып алынуын және осы режимнің техника-технологиялық тұрғыдан дұрыс жабдықталуын;

2) кенорындарды игеру жұмыстары басталғанға дейін жүргізілетін іздеу, барлау, бақылау және бағалау жұмыстарының толық өткізілуін;

3) мұнай-газ кенорындарының өнімділігін арттыру шараларының дұрыс таңдалғандығын және осы мазмұндағы жұмыстардың уақтылы, әрі тиімді орындалуын;

4) маркшейдерлік жұмыстар жоспарланған жағдайда, олардың дұрыс орындалуын;

5) мұнай-газ кенорындарын игеру тапсыру ережелерінің дұрыс сақталуын;

6) қойнауқаттық қысымды қалыпты дәрежеде ұстап тұру жұмыстарының барысын;

7) уақытша тоқтатылған (консервациядағы), мүлдем тоқтатылған мұнай мен газ ұңғымаларының уақтылы, әрі дұрыс беркітілуін;

8) жер қойнауын және қоршаған ортаны қорғауға арналған жалпылама іс-шаралардың, яғни игерім аймағын, онда орналасқан елді мекендерді, жекелеген ғимараттарды, су қоймаларын, жан-жануарлар әлемі мен өсімдік жамылғысын, т.с.с. қорғау шараларының міндетті түрде орындалуын.

Келтірілген талаптар тізбегі, кәсіпшіліктер тарапынан мүлтіксіз орындалуы тиіс. Жер қойнауы мен қоршаған ортаны қорғау жұмыстары көрсетілген талаптарға сәйкес ұйымдастырылмаған кәсіпорындарға мемлекеттік органдар айыппұл салудан бастап, кәсіпшілік қызметін тоқтатуға дейінгі аралықтағы әртүрлі шараларды қолдануға күзіретті.

12.2. Мұнай-газ кәсіпшіліктерінде жер қойнауын қорғау ережелері

Мұнай-газ саласында жинақталған тәжірибеге сай, көмірсутек кенорындарын игеруге байланысты туындайтын экологиялық проблемалардың алдын алу және мұнай өндіру коэффициентін қолда бар мүмкіндіктер көмегімен шама келгенше арттыру шаралары, мұнай-газ кенорындарын барлау мен игеру жұмыстарын жүргізу барысында үнемі ескеріліп, нақтылы қам-қарекеттер жасалуы тиіс. Мұнай-газ кенорындарын барлау және оларды игеру барысында жер қойнауын қорғау бағытында жүргізілетін жұмыстар кешені төменде келтірілген нақтылы іс-шараларды жүзеге асыруды талап етеді.

1. Жаңадан ашылған мұнай-газ кенорнын іске қосып, одан нақтылы өнім өндіру жұмыстарын бастау үшін төрт түрлі шарт орындалуы тиіс, олар: а) кенорынның толығымен барланып бітуі; ә) кенорынның қоры, "Қорлар жөніндегі мемлекеттік комитет" тарапынан бекітілуі; б) кенорынды игеру жобасының жасақталуы; в) кенорынды игеруші кәсіпорынның сол кенорын орналасқан алаңшаға (бөлікшеге) арнаулы ережелерге сәйкес алынған жерлік

бөлісімінің (земельный отвод) немесе кендік бөлісімінің (горный отвод) болуы.

Кенорынды барлау жұмыстары нәтижесінде жинақталуы тиіс мәліметтер мыналар: мұнай-газдылық шектемесінің жер қойнауында орналасу пішіні; өнімді горизонттардың жинауыштық қабілеті; мұнай мен газдың физика-химиялық қасиеттері; таза газ кенорнындағы көмірсутек газының химиялық құрамы және олармен бірге ұшырасатын өзге түрбөлшектердің (компоненттердің) құрамы. Кенорын барланып біткеннен кейін сол барлау ұңғымалары арқылы тәжірибелік игеру жұмыстары жүргізілуі тиіс.

Кенорынды игеру жобасын жасақтау жұмыстары сол кенорынның геологиялық ерекшеліктерін жан-жақты зерттеу қорытындыларына және мұнай (газ) өндіру коэффициентін жоғарылату мақсатын көздейтін, ғылыми тұрғыдан мейілінше тыңғылықты жүргізілген есептеулерге негізделуі тиіс. Мұнай кенорындары бойынша жасақталған жоба кенорыннан өнім алудың бұрқақты мерзімін шама келгенше ұзарту мүддесін көздейтін болады.

Кенорынның мөлшері мен зерттелу дәрежесіне байланысты оны игеру жобасы бір сатылы (кенорын жасақталған жобаға сәйкес бірден игеріле бастайды) немесе екі сатылы (кенорынды өнеркәсіптік игерімге беру оны игерудің технологиялық сұлбасына сәйкес жоба жасақталғаннан кейін екі-үш жыл өткен соң ғана басталады) болуы мүмкін. Кенорынды игеру жүйесін таңдап алу мәселесі бірінші кезекте өнімді қойнауқатқа сырттан әсер ету шаралары өте мұқият жүргізілген техника-экономикалық есептеулерге негізделуі тиіс. Бұл орайда әсіресе мұнай (газ) беру коэффициентін арттыру мәселесіне айырықша мән беріледі. Игеру жобасы жасақталуымен қатар кәсіпшілік шаруашылығын ұйымдастыру, мұнай мен газ өндіру, газды жинақтау және залалсыздандыру (утелизация) мәселелері де алдын ала шешілуі тиіс.

2. Кенорынды барлау жұмыстарын жүргізу барысында сол кенорында шоғырланған мұнай немесе газ қорын есептеу мен игеру жобасын жасақтауға қажетті мәліметтерді толығымен жинақтау мәселесіне айырықша мән беріледі. Мұндай мәліметтердің негізгілері: тасбағанды (кернді) талдау нәтижелері; ұңғыманы сынамалау бойынша алынған мәліметтер; қойнауқаттық қысымның өте дәл өлшенген көрсеткіштері; кенорынды жобалық игеру барысында жүргізілген бақылау нәтижелері, т.с.с.

Мұнай мен газға деген барлау ұңғымаларын бұрғылауды бастау немесе аяқтау туралы шешім, нақтылы ережелерге сәйкес қабылданады. Мүлдем жаңа іздеу алаңшаларында мұнай-газ кенорындарын ашу мақсатын көздейтін терең барлау ұңғымалары

бұрғылана бастауы үшін, сол алаңша ауқымында геологиялық іздеу жұмыстары кешенді жүргізіліп, нақтылы жобалар жасакталуы керек. Сөйтiп, зерттеу алаңшасының қойнауларында мұнай-газ жатындарының болу мүмкіндігін растайтын біржақты мәліметтер алынуы тиіс. Барлау жұмыстарын жүргізу жобаларында осындай жұмыстарды жүргізудің геологиялық және техника-экономикалық негіздемелері ашылып көрсетіледі.

Барлау жұмыстарын толығымен аяқтау туралы шешім қабылдау үшін сол жұмыстар жүргізілген алаңша қойнауында мұнай мен газ жатындары мүлдем жоқ екендігі немесе табылған жатындарды игеру экономикалық тұрғыдан тиімді емес екендігі дәлелденуі тиіс.

3. Экономикалық тұрғыдан тиімді деп табылған жағдайда, барлау жұмыстарын жүргізу нәтижесінде анықталған бірнеше өнімді горизонттардың біреуін ғана игеруге тапсыру туралы шешім қабылдануы мүмкін. Алайда, бірнеше өнімді қойнауқаттар арасынан біреуін ғана игеру жұмыстары, өзге өнімді горизонттарға ешқандай да зиянын тигізбеуі тиіс.

4. Жер қойнауына шоғырланған мұнай жатынын шама келгенше молырақ өндіру – өнеркәсіптің мұнай-газ саласының ең көкейтесті мүддесі екендігі белгілі. Осы мүддеге қол жеткізу үшін екі мәселеге айырыша мән беріледі, олар: кенорынды игеру барысында қойнауқаттық энергияны мүмкіншілігінше үнемді пайдалану; мұнайгаздылық шектемесі (контур нефтегазоносности) ауқымының бірқалыпты және бірте-бірте кішіреюіне қол жеткізу. Яғни, кенорынды игеру барысында кейбір мұнайлы бөлікшелердің игеруден тыс қалуын және сумен тоғытылған конустардың қалыптасуын болдырмау мәселесіне айырықша көңіл бөлу. Соңғы жағдайлар – игерілуі тиіс мұнай массасының белгілі бір бөлігі жер қойнауында қалып қоюына әкеліп соқтыратын келеңсіз жағдайлар деуге болады.

Мұнай немесе газ кенорындарында осы көмірсутек кендерімен бірге, кейбір өте маңызды пайдалы қазбалар (мәселен, йод, бром, гелий, т.б.) ұшырасуы ықтимал. Бұл жағдайда мұнай мен газ қорын есептеу барысында жоғарыда аталған қосалқы түрбөлшектердің (компоненттердің) қоры да есептеледі. Сөйтiп, кенорынды игеру жобасында оларды кешенді түрде өндіру мәселесі айырықша сөз болуы тиіс.

5. Мұнай мен газ ұңғымаларын бұрғылау барысында жүргізілетін маркшейдерлік жұмыстар, сол ұңғыма оқпандарының кеңістіктегі орнын анықтау, оқпаннан грунт алу, шегендеу тізбегін теспелеу (перфорация), кәсіптік-геофизикалық зерттеулер жүргізу жұмыстарының дәлдігін арттыру мақсатында жүргізіледі.

Маркшейдерлік жұмыстар – еңіс бағдарланған ұңғыма оқпандарын бұрғылау, сол сияқты мұнай өндіру жұмыстарының шахталық әдісін қолдану барысында өте маңызды.

6. Мұнай немесе газ кенорынын игеру барысында сол кенорынға тиесілі бүкіл өнімді және өнімсіз горизонттар бір-бірінен мұқият оқшаулануы тиіс. Ол үшін шегендеу тізбегінің ешбір саңылаусыз (герметично) жасақталуына, оқпан қабырғасының жапырыла құлауына жол бермеуге және мұнай ағымының ашық бұрқақтауын болдырмауға айырықша мән беріледі.

Ұңғыма оқпанымен аршылған бүкіл мұнайлы, газды және сулы қойнауқаттар сол оқпанға шегендеу тізбегін түсіру және оны мұқият цементтеу арқылы бір-бірінен оқшаулана отырып, өз дербестігін сақтайтын болады. Кенорын қимасындағы горизонттарды бір-бірінен оқшаулау мүмкіндігі барынша нәтижелі болуы үшін, игерім ұңғымаларының оқпанына түсірілген цементтің деңгейі кенорын қимасындағы ең жоғарғы өнімді горизонт желегінен кем дегенде 50 м-ге биігірек болуы тиіс. Цементтің оқпанға түсірілу деңгейі термокаротаж немесе радиокаротаж мәліметтері көмегімен не болмаса цементомер деп аталатын арнаулы аспап көмегімен анықталады. Аталған деңгейді радиокаротаж көмегімен анықтау үшін цемент ерітіндісіне алдын ала арнаулы радиоактивті изотоптар қосылады. Игерім ұңғымасы оқпанын цементтеу туралы анықталған барша мәліметтер ұңғыма журналына тіркеледі.

Ұңғыма оқпанына түсірілген шегендеу тізбегінің цементтелу сапасын тексеру үшін, яғни аталған тізбектің ешбір саңылаусыз жымдасқандығын анықтау мақсатында міндетті түрде арнаулы сынау жұмыстары жүргізілуі тиіс. Тізбекті саңылаусыздыққа сынау шаралары нақтылы ережелерге сәйкес жүргізіледі. Бұл жұмыстар "тізбек бойын сығымдау" (опрессовка) және "деңгейді төмендету" (снижение уровня) деп аталатын арнаулы сынау әдістерін қолдану арқылы іске асырылады.

"Тізбек бойын сығымдау" әдісін қолдану нәтижесінде оқпан ернеуінде анықталған 70-100 *атм* аралығындағы қысым 30 минут уақыт ішінде 5 *атм*-ға ғана немесе оқпан ернеуіндегі 40-60 *атм* аралығындағы қысым 3 *атм*-ға ғана төмендесе, тізбек саңылаусыз жымдасқан деп есептеледі. Ұңғыма оқпаны ернеуіндегі қысымның төмендеуі карқыны жоғарыда көрсетілген мөлшерлерден артық болған жағдайда, арнаулы жөндеу жұмыстары жүргізілуі тиіс. Бұл жұмыстар да жарытымды нәтиже бермесе, тізбектің саңылаусыз жымдасу сапасы "деңгейді төмендету" әдісі көмегімен анықталады. Бұл әдіске сәйкес, деңгей төмендетілгеннен кейінгі 8 сағат ішінде сол деңгейдің көтерілу

қарқыны нақтылы мөлшерлерден аспаса, тізбек – саңылаусыз жымдасқан деп есептеледі (12.1-кесте).

Шегендеу тізбегінің саңылаусыздық дәрежесін "деңгейді төмендету" әдісі көмегімен анықтау кестесі

12.1-кесте

Тізбек диаметрі, мм	Метрмен өлшенген төмендету деңгейлерінің 8 сағат ішінде көтерілу қарқыны, мм				
	400-ге дейін	400-600	600-800	800-1000	1000-нан артық
127-203,2	0,80	1,10	1,40	1,70	2,00
< 203,2	0,50	0,80	1,10	1,30	1,50

Қойнауқаттық қысым мөлшері әлі де болса белгісіз барлау ұңғымаларында немесе қысымы жоғары көрсеткіштермен сипатталатын игрім ұңғымаларында мұнай мен газдың ашық бұрқақтары кенет атқылауы, сөйтіп апатты жағдай қалыптастыруы ықтимал. Осындай келеңсіз жайтардың алдын алу мақсатында аталған ұңғымаларды бұрғылау барысында, ауырлатылған сазды ерітінділер қолданылуы немесе оқпан ернеуіне "превентер" деп аталатын арнаулы тегік орнатылуы тиіс (*первентер* – жерасты сұйықтары мен газдарының атқылауын болғызбау үшін және шегендеу тізбегінің саңылаусыздығын қамтамасыз ету мақсатында ұңғыма ернеуіне орнатылатын тегік).

Ұңғымадағы келесі апатты жағдай – ұңғыма оқпаны қабырғасының жапырыла құлауы нәтижесінде қалыптасуы мүмкін. Оқпан қабырғасы құмтастардан құралған жағдайда, мұндай құламалар айтарлықтай апаттарға әкелмейді. Себебі, оқпан түбіне құлаған құмтас түйірлері жуғыштау жылдамдығы қарқынды дәрежеде жүргізілген сазды ерітінділермен шайылып кетеді. Оқпан жақтаулары саздардан немесе тақтатастардан құралған жағдайда құламалар есебінен апатты жағдай қалыптасуы мүмкіндігі біршама жоғары. Өйткені аталған таужыныстар жуғыштау сұйығымен әрекеттесуі нәтижесінде көмпиіп ісінуге және жабысқақтана ілінісуге бейім таужыныстар. Ал мұндай жәйт оқпанның құламалармен кептеліп қалуына әкеліп соқтырары даусыз. Осындай келеңсіз жайттарды болдырмаудың, яғни азайтудың бірден-бір амалы – су қайтарымдылығы мейілінше төмен, таза, әрі сапалы жуғыштау сұйығын пайдалану. Сол сияқты ұңғыма оқпанын жуғыштау жылдамдығының жоғары көрсеткіштеріне қол жеткізу болып табылады.

7. Игерім ұңғымасының жұмысын уақытша тоқтату (консервация) – бұрғылау жұмыстары ұзақ уақыттарға созыла отырып, шамадан тыс шығындарға әкеліп соқтыратын немесе техникалық жабдықтау шараларының бүгінгі күн талаптарына сай болмауы жағдайында жүзеге асырылады. Бұрғылау техникасы мен жұмысшы-мамандарды мүмкіндіктері жоғары өзге бір мұнай-газ нысанына жедел ауыстыру қажет болған жағдайда да, алғашқы ұңғыма жұмысын уақытша тоқтату – шаралары іске асырылуы мүмкін. Қалай болғанда да, ұңғыма жұмысын уақытша тоқтату белгілі бір материалдық шығынға алып келетін процесс. Сондықтан мұндай процесті жүзеге асыру қажеттілігі сөзсіз негізделуі тиіс.

Игерім ұңғымаларының жұмысын уақытша тоқтату (консервация) мынадай жағдайларда іске асырылады:

- ұңғымалар түгел бұрғыланып біткеннен кейін олардан өнім ала бастау шараларын тез арада бастау мүмкіндігі болмаған жағдайда;
- мұнай кенорнында оның газдан арылуын (дегазация) немесе сумен тоғытылуын (обводнение) болдырмау мақсатында;
- ұңғымада өрт қаупін болдырмау және санитарлық қорғау шараларын жүзеге асыру мақсатында;
- мұнай мен газдың сапасы өте төмен болуына байланысты оларды өндіру процесін кейінге қалдырған жағдайда;
- өзінің құндылығы, яғни экономикалық тиімділігі жағынан әлдеқайда маңызды өзге бір кенорынды игеруге байланысты бұл кенорынды игеру кейінге қалдырылған жағдайда.

8. Өз жұмысын мүлдем тоқтатуды және өзін өндірістен аластатуды (ликвидацияны) қажет ететін ұңғымалар өздерінің туындау қажеттілігі тұрғысынан төрт категорияға жіктеледі, олар:

а) мұнай немесе газдың өнеркәсіптік ағымын қамтамасыз ете алмаған барлау, тіректі және бағалау ұңғымалары (мұндай ұңғымалар **құрғақ ұңғымалар** деп аталады). Сол сияқты, геологиялық себептерге байланысты одан әрі бұрғылау қажетсіз деп табылған, яғни өзінің жобалық тереңдігіне дейін геологиялық себептермен бұрғыланбаған ұңғымалар;

ә) геологиялық тұрғыдан сәтсіз алаңшаларда бұрғылана бастаған игерім, бақылау және тоғыту ұңғымалары;

б) техникалық себептермен өз жұмысын тоқтатуға мәжбүрлеген барлау, игерім ұңғымалары және өзге де ұңғымалар (сапасыз жүргізілуіне байланысты тоқтатылған немесе бұрғылау барысында апаттарға ұшырап, қайтадан қалыпқа келтіру мүлдем мүмкін болмай қалған ұңғымалар);

в) қойнауқаттық сулармен толық тоғытылып кеткен немесе алынатын мұнай мен газының дебиті жобаланған ең кіші мөлшерден де төмендеп кеткен игерім ұңғымалары. Сол сияқты, геологиялық себептермен өз жұмысын одан әрі жалғастыру тиімсіз деп табылған тоғыту және бақылау ұңғымалары.

Жоғарыда атап көрсеткеніміздей, ұңғымалардың жұмысын уақытынан бұрын тоқтату – міндетті түрде қосымша материалдық шығындар туындатады. Сондықтан да өз жұмысын мүлдем тоқтатуды қажет ететін ұңғымалар саны тіпті аз болғаны тиімді. Ал бұл мақсатқа қол жеткізу үшін игеру алаңшасының геологиялық құрылыс ерекшеліктері – барлау жұмыстарын жүргізу барысында-ақ, өте тыңғылықты түрде зерттеліп және алдын ала жобаланған бұрғылау режимі қатаң сақталуы. Сол сияқты, ұңғыма жұмысын уақытынан бұрын тоқтатуға мәжбүрлейтін жәйттар ертерек анықталып, тиісті қамқарекеттер жасалуы тиіс. Бұл орайдағы ең басты іс-шаралардың бірі – бұрғыланып жатқан ұңғымалар ішінде жерасты суларымен тоғытылып кететін ұңғымаларды болғызбауға тырысу, сондықтан да осы бағытта үнемі бақылаулар жүргізіп отыру. Осы мақсат-мүдделерді ойдағыдай жүзеге асыру үшін бұрғылау алаңшасының сумен тоғытылу картасы жасақталуы. Сол өңірдегі жер қимасына тиесілі жерасты суларының химиялық және гидродинамикалық сипаттары алдын ала белгілі болуы. Сонымен қатар сол сияқты, бұрғыланып жатқан ұңғымалардың бүкіл жай-жапсары жайлы мәліметтер де алдын ала және дәлме-дәл белгілі болуы тиіс. Ұңғыма оқпанында "бөтен сулар" пайда бола бастаған жағдайда ол сулардың табиғаты тез арада анықталып, мұндай сулар ұңғыма аршыған оқпан қимасынан дереу аластататылуы тиіс.

Өз мүмкіндігін тамамдаған ұңғыма жұмысын мүлдем тоқтату (ликвидация) барысында, сол ұңғыма оқпанына жіберілген металл бөлшектер шама келгенше толығымен көтеріліп алынуы. Оқпан аршыған қойнауқаттар керек цементтеу арқылы бір-бірінен оқшаулануы, оқпан ернеуі сазды ерітіндімен тұмшалануы және сол ұңғыма ернеуіне арнаулы репер орнатылуы тиіс. Мұнай-газ өндіру ұңғымасы ретінде өз жұмысын тоқтатқан ұңғымалар кейбір жағдайларда өнеркәсіптің жуынды суларын ағызып жіберетін немесе, керісінше, жерасты суларын өндіретін арнаулы ұңғымалар ретінде әлі де болса пайдаланылуы мүмкін. Ұңғымалар жұмысын мүлдем тоқтату шаралары арнаулы ережеге сәйкес рәсімделеді.

12.3. Мұнай-газ кәсіпшіліктерінде қоршаған ортаны қорғаудың экологиялық проблемалары

Көмірсутек кенорындарын іздеу, барлау, игеру және тасымалдау барысында осы жұмыстар жүргізілген аймақтың экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету – мұнайшылардың ең негізгі міндеттерінің бірі.

Мұнай-газ кенорындарын іздеу, барлау жұмыстарымен, олардан өнім өндірумен, сол өнімдерді тасымалдаумен байланысты туындайтын әртүрлі экологиялық проблемалар. Табиғи көмірсутектер және олардың өнімдерімен ластану, сол сияқты мұнай мен газ кенорындарын іздеу, барлау және игеру барысында туындайтын өзге де ластау көздері қоршаған ортаға тиесілі үш түрлі кеңістіктің үшеуіне де – ауа кеңістігіне, грунтпен жер үсті су алаптары мен жерасты суларына – кері әсерін тигізеді.

Қоршаған ортаның мұнай өндірісімен байланысты ластануы іздеу-барлау ұңғымаларын бұрғылай бастаған сәттен-ақ басталады. Бұл кездегі негізгі ластану аймағы – бұрғылау ұңғымасы орнатылған алаңша болып табылады. Бұл алаңша ауқымындағы грунттің беткі қабаты жуғыштау сұйығының төгінділерімен, өзге де шайынды сулармен, ал ауа қабаты бұрғылау барысында іске қосылған дизель түтіндерімен, жуғыштау сұйығына қосылатын дегазорлармен, өзге де сусымалы материалдармен ластанады. Осылайша ластануы салдарынан, бұрғылау мұнарасы орналасқан нүктеден есептегендегі радиусі 500-800 м-дей болып қалатын алаңшаның өсімдіктер жамылғысы қатты зардап шегеді, тіпті мүлдем жойылып кетеді. Сөз болған ластану көзіндегі ең негізгі ластағыш агент – бұрғылау ерітіндісі (сазды ерітінді) болып табылады. Себебі, бұл ерітіндінің құрамында жиырмаға жуық өте белсенді химиялық реагенттер болады.

Алайда салаға қатысты өндірістік және өнеркәсіптік орталықтар бойынша қоршаған ортаны ең күшті ластаушы агенттер шикі мұнай және оның өнімдері болып табылады. Шикі мұнай мен оның әртүрлі өнімдерінің қоршаған ортамен ешбір жүйесіз беттесуі, негізінен өндірістік апаттар нәтижесінде көрініс береді. Мұндай апаттар мұнай мен газ бұрқақтарының туындауы барысында игерім ұңғымаларының ернеулерінде, мұнай өңдеу зауыттарында, мұнай тасымалдау тораптарында, солардың ішінде мұнай тасымалдайтын танкерлерде, сорап станцияларында, өзге де техникалық қондырғыларда, т.с.с. көмірсутектерді өндіру, өңдеу және тасымалдау орталықтарында некенаяқ болса да ұшырасады. Осындай апаттар кезінде төгілген шикі

мұнай мен оның өнімдері, қоршаған ортаға тиесілі тіршілік иелеріне өте зиянды әсер етеді.

Мұнайдың тіпті азғантай-ақ мөлшерінің өзі тірі организмдердің жүйке жүйесінің жұмысына кері әсерін тигізеді. Жан-жануарлардың алуан түрлі жасушаларына (клеткаларына) зиянды әсер өте отырып, оларда патологиялық өзгерістердің туындауына әкеліп соқтырады. Өсімдіктердің өсу қарқынын төмендетеді, тіпті оларды мүлдем жойып жібереді. Шикі мұнайдың, әсіресе су алаптарының организмдеріне тигізетін зияны өте зор. Мұнай теңіз суына төгіле қалған жағдайда бұл аймақ бірден экологиялық апат аймағына айналады. Себебі, теңіз суына төгілген мұнай қоршаған ортаның үш түрлі кеңістігінде де, яғни су түбінде, су қабатында және су алабы үстіндегі ауа қабатында тіршілік ететін организмдердің қалыпты тіршілік ырғағын кенет бұзып, олардың айтарлықтай зардап шегуіне әкеліп соқтырады. Мәселен, төгілген мұнайдың бір бөлігі теңіз түбінің ұйықтары мен өзге де борпылдақ тұнбаларына жинақтала отырып, сол теңіз түбінде тіршілік ететін организмдердің (бұлар бентостар деп аталады) қалыпты тіршілігін бұзады, олардың әртүрлі ауруларға шалдығуына себепші болады. Мұнаймен ластанған су алаптарының бентостары ғана емес, нектондары (суда еркін жүзетін организмдер) мен планктондары (қозғалысы ағындар мен толқындарға тәуелді организмдер) да көп зардап шегеді. Апат аймағына қарасты су алабының беті мұнайдың жұқа ғана жарғақшасымен (пленка) тұтас көмкеріліп қалады. Ал мұның өзі нектондар мен планктондардың дем алу органдарының қалыпты қызметін жоятындықтан, олардың жаппай апатқа ұшырауына әкеліп соқтырады. Теңіз суының мұнаймен ластану дәрежесі 800 мг/м-ге жеткенде, фитопланктондардың тіршілік қабілеті мүлдем жойылады. Суда тіршілік ететін өсімдіктердің фотосинтез процесі көмегімен оттегін бөліп шығару қабілеті күрт азайып кететіндігі анықталған. Арнаулы зерттеулер суға төгілген мұнай тамшылары нектондардың көрнекті өкілі болып табылатын балықтарға байырғы наша ретінде әсер ететіндігі анықтаған. Теңіз бетіне төгілген мұнай жарғақшасы мезгіл-мезгіл теңіз бетіне көтеріліп, ауамен демалатын теңіз жәндіктерінің (мысалы, байырғы киттердің) тыныс-тіршілігін бұзады. Олардың жаппай экологиялық күйзеліске ұшырауына, тіпті қырылып қалуына себепші болады. Мұнай жарғақшасы соншалықты жабысқақ болып келетіндіктен, теңіз бетінде тіршілік ететін жәндіктердің (мәселен, итбалықтардың) және теңіз жәндіктерімен қоректенетін құстардың осы жарғақшаларға малшынып, апатқа ұшырау мысалдары да жиі ұшырасады.

Теңіз суына төгілген шикі мұнайдың таралу ауқымының кеңдігі мен сол мұнай массаларының өзімен жанасқан беттерге сіңу қабілеті өте жоғары болып келеді. Мәселен, байырғы мұз өз массасының төрттен біріне сәйкес келетін мұнай массасын өз бойына сіңіріп алуға қабілетті көрінеді. Бұған дәлел ретінде мына мысалды келтіруге болады: мұнайды танкерлермен тасымалдау барысында Босфор бұғазының суына төгілген шикі мұнай 1 айдан соң сол апат аймағын көмкерген, қалыңдығы 1,2 м мұз қабатының бетіне шыққан. Теңізге төгілген мұнай массасының таралу қабілеті де мейілінше жоғары болып келетіндігі туралы мына оқиғаны атауға болады: 1985 жылы Лим-Фьорда бұғазына кірер жолдағы кедертасқа (рифке) соқтығысуы салдарынан апатқа ұшыраған Батыс Германияның мұнай тасушы танкерінен төгілген 400 т мұнай Шотландияның солтүстік-шығыс жағалауына жапсарлас теңіз алабы бетінің 12 *шаршы миль* аумағын, мұнай жарғақшасымен тұтастай көмкеріп тастаған.

Теңіз бетін оған төгілген мұнай жарғақтарынан тазарту шаралары механикалық жолмен және химиялық тазарту әдістерін қолдану негізінде жүргізіледі. Су бетін жаппай көмкерген мұнай жарғақшалары әдетте өте жұқа болып келеді. Суға төгілген мұнайдың аз ғана массасының өзі-ақ, біршама ауқымды аймақты көлегейлеп тастайтындығы сондықтан. Аталған жарғақша қалыңдығы 1 мм-ден аспаған жағдайда, осы жарғақшаны механикалық аспаптар көмегімен жинауға тырысу тиімді емес. Сондықтан бұл жағдайда әртүрлі мұнай сіңіргіш сорбенттер қолданылады. Сорбенттер ретінде арнаулы химиялық қосындылар ғана емес, әртүрлі табиғи материалдар да қолданылуы мүмкін. Мұндай материалдарға жататындар – дәмді дақылдардың майдаланған сабандары, шымтезектер, пемзалар, ағаш өңдеу ісінің майда қалдықтары (опилкалар), құстардың ұлпа жүндері, яғни мамықтар, т.с.с. Соңғылары өз салмағынан 20 есе артық мұнай массасын сіңіріп алуға қабілетті көрінеді. Жалпы алғанда, теңіз суын оған төгілген мұнайдан арылту шаралары бейнеті мен шығыны мол, әрі өте күрделі жұмыстар жиынтығын құрайтындығын ескерген жөн. Сондықтан мұнайдың теңізге төгілуіне әкеліп соқтыратын апаттардың нәтижелерімен күрескеннен гөрі, сол апаттарды болдырмауға тырысу әлдеқайда тиімдірек.

Мұнай өнеркәсібі саласында теңіз суының мұнаймен ластануы негізінен сол мұнай массаларын алыс қашықтықтарға тасымалдауға байланысты туындайтын ірілі-ұсақты апаттар барысында болып тұрады. Соңғы онжылдықтарда ірі-ірі мұнай кенорындарының теңіз қайраңынан табылуы және осы кенорындарды теңіз алабында орнатылған игерім ұңғымалары көмегімен игеру шараларының кеңінен

етек алуы теңіз суының шикі мұнаймен ластануына әкеліп соқтыратын апатты жағдайларды бұрынғыдан гөрі көбірек туындатып отыр. Осындай экологиялық апаттардың туындау қаупі Қазақстан мемлекеті үшін де біршама жоғары. Себебі, Каспий теңізінің Қазақстанға тиесілі бөлігінің аумағында талай-талай мұнай кенорындарының ашылғандығы белгілі. Теңіз табанынан табылған Қашаған, Қаламқас-теңіз, Ақтоты, Құрманғазы сияқты ірі кенорындарды игеру науқанын ұйымдастыру шаралары, өндірістік қондырғыларды теңіз айдынында орнату қажеттілігін туындатып отыр. Олай болса, осы қондырғыларды техника мен технологияның ең соңғы жетістіктері негізінде орналастыру, сөйтіп экологиялық апатқа ұшырататын төтенше жағдайларға жол бермеу – республика мұнайшылары мен елімізде жұмыс істеп жатқан шетелдік инвесторлардың бірден-бір міндеті.

Шикі мұнай және оның өнімдерімен құрлық беттерінің, яғни грунттың ластануы, әртүрлі тасымалдау жүйелеріне тиесілі құбыр тораптарының жарылуы, сорап станцияларында, мұнай өндеу зауыттарында, өзге де техникалық қондырғыларда туындаған апат салдарынан болуы мүмкін. Тасымалдау жүйелерін жасақтау барысында жіберілген шағын ғана немқұрайлық, келешекте үлкен апаттарға себепші болуы ықтимал. Мәселен, тасымалдау құбырларын бір-біріне дәнекерлеу барысында бүкіл жүйенің ешбір саңылаусыз (герметично) жасакталуына қол жеткізу – өте маңызды. Мәселен, газ тасымалдау құбырын бір-біріне дәнекерлеу өңірінде иненің жасуындай ғана саңылаудың қалуы – болашақ апатты туындататын бірден-бір орын болуы әбден мүмкін. Себебі, көмірсутек газы мен ауаның қосындысы "шытырлауық газ" деп аталатын жарылғыш қоспа қалыптастыруға қабілетті.

Мұнай мен газға байланысты туындайтын апаттардың қатарына: мұнай және газ ұңғымаларында кенет туындайтын бұрқақтар мен өрттер де жатады. Мұндай апаттар әдетте ұңғыманы бұрғылау технологиясының дұрыс сақталмауы салдарынан туындайды. Мәселен, дүниежүзіндегі ең ірі кенорындардың бір болып саналатын Теңіз кенорынын игеру барысында 1985 жылы осындай апаттардың біріне жол берілді: №37 бұрғылау оқпаны түбінің тереңдігі 4467 м-ге жетіп, бұрғылау қашауышы өнімді қойнауқатқа 5 м-дей ғана енген сәтте бұрғылау технологиясының дұрыс сақталмауынан, оқпан ернеуінде ғаламат мұнай бұрқағы мен алау жалыны көрініс берді. Әуелі бұрғылау мұнарасының ұшар басына дейін кенет шапшыған күкірт исі бар сарғыш мұнай бұрқағы мен қызғылт-күрең түсті алау жалыны бірте-бірте биіктей берді. Сөйтіп, өз қарқынының шарықтау шегіне жеткен сәтте, олардың биіктігі 200 м-ге жетті; осы сәттегі

280

қойнауқаттық қысым мөлшері 900 атм.-ға, ұңғыма ернеуіндегі қысым 100 атм болды. Алау жалыны шарпып өткен алаңша грунттының температурасы – 500°C-ға, ал алаудың өз температурасы – 1500°C-ға жетті. Осылайша, пайда болған алауды өшіру үшін апатпен 400 тәулік бойы дамылсыз күресуге тура келді. Осыншама уақыт бойына алаңша ауқымындағы қоршаған орта, әсіресе ауа қабаты экологиялық дағдарысқа ұшырап қанай қоймай, апаттың әрбір тәулігі мыңдаған м³ мұнай-газ массасының зая кетуіне әкеліп соқтырды.

Мұнай-газ саласының өнеркәсіптік және өндірістік нысандарын игеру барысында туындауы мүмкін экологиялық келеңсіздіктердің бірі пайдалы қазбалардың құрамында ұшырасатын алуан түрлі табиғи қоспаларға байланысты туындайды. Мұндай қоспалардың ішінде зияндылары да ұшырасады. Ал оларды мұнайдың және оның қажетті өнімдерінің құрамынан аластау, осылайша оқшауланған залалды заттарды сақтау, тасымалдау және қажетке жарату мәселелері де экологиялық қауіпсіздікті сақтау мәселесімен ұштасып жататындығы белгілі. Мәселен, Қазақстанның әйгілі Теңіз кенорнын игеру барысында кенорын мұнайынан аласталған күкіртті қоршаған ортаға залалын тигізбейтіндей етіп сақтау мәселесінің өзі, үлкен проблемаға айналып отыр. Жал-жал боп үйілген күкірт үйінділері Атырау өңіріне жиі ұшырасатын қарқынды жел мен дауылдар барысында талай аймаққа таралып, осы аймақтарды бірте-бірте улап жатқандығы анық.

12.4. Мұнай-газ кәсіпшілігінде геологиялық қызметті ұйымдастырудың мақсат-мүдделері мен басты бағыттары

Мұнай-газ кәсіпшілігіндегі алғашқы барлау ұңғымасын құру сәтінен бастап жер қойнауындағы мұнай (газ) жатынының қорын бүкіл мүмкіншіліктерді пайдалана отырып, шама келгенше толығымен өндіріп алғанға дейінгі аралықтағы бүкіл қам-қарекет міндетті түрде түрлі мазмұндағы геологиялық зерттеулермен ұштастырыла жүргізілуі тиіс. Кәсіпшіліктердегі геологиялық қызмет шешуі тиіс міндеттер мен мақсат-мүдделер тізбегі төмендегідей:

- 1) кенорынды ұтымды игеру жобасын дайындауға қажетті параметрлерді алу мақсатында, кенорын мен оның өнімді горизонттарының геологиялық құрылыс ерекшеліктерін түбегейлі зерттеу жұмыстарын ұйымдастыру және жүзеге асыру;
- 2) кенорынды ұтымды игеру жобасын жасақтауға белсенді түрде араласу;
- 3) мұнай және газ жатындарының құрылыс ерекшеліктерін, сол сияқты сол мұнай мен газ жатындарының жер қойнауында орналасу

жағдайларын неғұрлым толығырақ зерттеу және кенорын мен өнімді қойнауқаттарға қатысты барша деректерді пәрменді түрде жинақтау мақсатында орнатылған бұрғылау ұңғымаларының қалыпты жұмысын қамтамасыз ету;

4) мұнай және газ жатындарын игерудің тиімді жолдарын қамтамасыз ететін іс-шараларды ұйымдастыруға және жүзеге асыруға тікелей араласу. Атап айтқанда, кенорынды қалыпты игеруге мүмкіндік беретін геологиялық және гидрогеологиялық факторларды зерттеу, дебиттер мен қойнауқаттық қысым көрсеткіштерін мезгіл-мезгіл бақылаулық өлшеу жұмыстарын жүзеге асыру. Ұңғымалар жұмысының алдын ала бекітілген технологиялық режимінің мүлтіксіз сақталуын қадағалау. Ұңғымаларды зерттеп отыру, уақытша жұмыс істемейтін ұңғымалар қорының жалпы жағдайын мезгіл-мезгіл тексеру, кәсіпорындағы бүкіл ұңғымалар қорын шама келгенше толығырақ пайдалану мүддесін көздейтін іс-шараларды жасақтауға атсалысу;

5) мұнай және газ қорын есептеуге қажетті іс-шараларды жүзеге асыру, мұнай мен газ жатындарын мүмкіндігінше толық игеруге қажетті іс-шараларды жасақтауға тікелей араласу;

6) кәсіпорындағы бүкіл геологиялық және гидрогеологиялық құжаттарды, сол сияқты бұрғыланып жатқан және игеріліп жатқан ұңғымаларға қатысты геологиялық құжаттарды уақтылы дайындап отыру;

7) айлық, тоқсандық және жарты жылдық жұмыс графиктерін, сол сияқты мұнай және газ кенорындарын барлау мен игерудің жылдық, перспективалық жоспарларын дайындауға араласу;

8) жер қойнауын қорғау мақсатында ұңғымаларды бұрғылау және оларды игеру жұмыстарына геологиялық тұрғыдан бақылаулар жүргізіп отыру;

9) кәсіпшілік алаңшасы ауқымындағы жаңа өнімді горизонттарды, солардың ішінде қазіргі таңда игеріліп жатқан жатыннан төмен орналасқан өнімді қойнауқаттарды іздеу мен барлау жұмыстарын ұйымдастыру және осы жұмыстарға басшылық ету.

Барлау ұңғымаларын алғаш рет бұрғылай бастағанда, сол бұрғылау ұңғымаларын сынамалау және тәжірибелік игеру жұмыстарын жүргізу барысында, сол сияқты барланған кенорыннан өнім алу процесі қарқынды сипат алған кезеңде, кәсіпшіліктің геологиялық қызметі нақтылы іс-шараларды жүзеге асырып отыруы тиіс.

Барлау ұңғымаларын бұрғылау барысында кәсіпшіліктің геологиялық қызметі алдында тұрған басты міндеттер мыналар:

а) кенорынды бұрғылау жұмыстарының алдын ала дайындалған және

бекітілген жобасынан ауытқымауын, ұңғыма бұрғылау шараларының геологиялық-техникалық нарядқа түп-тура сәйкес жүргізілуін қадағалап отыру; ә) болашақта орнатылуы тиіс барлау ұңғымаларын орналастыру нүктесін нақтылай түсу мақсатында, осылайша алынған деректерге сай кенорынды игеру жобасына қажетті түзетулер енгізу мақсатында барлау және игерім ұңғымаларын бұрғылау нәтижелерін жан-жақты, әрі жүйелі түрде талдап отыру; б) бұрғыланып біткен әрбір ұңғыма оқпанында міндетті түрде кәсіптік геофизикалық зерттеулер кешені (каротаж) жүргізілуін қамтамасыз ету, тасбаған (көрн) шығымын, бұрғылау шламының алынуын, олардың уақтылы зерттелуін, мұқият сақталуын және зерттеу нәтижелерінің мүдделі түрде талдануын үнемі қадағалап отыру; в) ұңғыманың сапалы түрде бұрғылануын қамтамасыз ету, бұрғылау барысында мұнай, газ және жерасты суларының өкілетті сынамалары алынуын, ұңғымаларды сынамалау және тәжірибелік игеру шараларының талаптарға сай өткізілуін қадағалап отыру; г) кенорын орналасуының гидрогеологиялық жағдайын зерттеу, ұңғыма оқпандарына жерасты суларының ағып келу орындарын (деңгейлерін) анықтау; ғ) өнімді қойнауқаттың сапалы түрде аршылуы мен ұңғыма оқпаны түбінің талаптарға сай жабдықталуын қамтамасыз ету.

Барлау ұңғымаларын сынамалау және оларды тәжірибелік игеру жұмыстарын жүргізу барысында кәсіпшіліктің геологиялық қызметі алдында тұратын міндеттер мыналар: а) кенорын қимасында анықталған бүкіл мұнайлы және газды қойнауқаттарды сапалы түрде сынамалау шараларын іске асыру; ә) ұңғымалардың әртүрлі режимдер жағдайындағы өнімділік көрсеткіштерін анықтау, осы режимдердегі қойнауқаттық және оқпан қысымдары мөлшерлерін өлшеу; б) мұнай мен газдың жер қойнауындағы және жер бетіндегі сипаттарын анықтайтын өкілетті сынамаларын алу, олардың құрамдарын зерттеу; в) ұңғымаларда тұмшалау жұмыстарын жүргізу (игеру жүйесінің саңылаусыз болуын қамтамасыз ету) қажеттілігін негіздеу; г) тәжірибелік игеру жұмысын жүргізу барысында қойнауқаттық қысым мен газдық фактордың жылжу динамикасын, сол сияқты мұнайлылық және газдылық шектемелерінің қозғалу сипатын анықтау; ғ) қойнауқаттың жұмыс режимін анықтау.

Кенорынды игеру барысында кәсіпшілік геологтарының алдына төмендегідей басты міндеттер қойылады: а) әрбір мұнайлы қойнауқат және әрбір жекелеген игерім ұңғымасынан алынуы тиіс мұнай мен газ мөлшерін, сол сияқты ұңғыма оқпанына тоғытылатын жұмысшы агент мөлшерін негіздеу; ә) қойнауқаттық қысым өзгерісін мұқият қадағалап отыру, жұмыс істеп тұрған ұңғымалар қорын сақтай отырып, жерасты

сулары мен табиғи газ деңгейлерінің жылжу барысын реттеп отыру, ұңғымаларды күрделі жөндеуден өткізу графигінің сақталуын қадағалау; б) қойнауқаттардың газ және сумен қанығу көрсеткіштерінің, сол сияқты өндіріліп жатқан сұйық пен газдың физикалық және химиялық құрамының өзгерістерін зерттеу; в) жер қойнауын қорғау ережелерінің сақталуын қадағалап отыру; г) мұнай өнімін арттыруға бағытталған іс-шараларды жүзеге асыруды геологиялық тұрғыдан негіздеу; ғ) кенорынды игеруге қатысты бүкіл процестерді геологиялық тұрғыдан қадағалап отыру, игеру жұмыстарын жүргізудің тиімділігін талдау.

Мұнай кәсіпшілігіндегі геологиялық қызмет – арнаулы геологиялық бөлім тарапынан жүргізіледі. Бұл бөлім әдетте аға геологтан, қатардағы геологтан, бөлікше техниктері мен ұңғымаларды зерттеу бригадасынан немесе тобынан құралады.

Кәсіпшіліктің аға геологы мұнай-газ кәсіпшілігі бас басқармасының немесе онымен деңгейлес органның жанындағы геологиялық бөлімнің жетекшісі болып табылатын бас геологқа бағынады. Аға геолог кәсіпшіліктегі бүкіл геологиялық жұмыстарға, сол сияқты кенорынды және ұңғымаларды зерттеу жұмыстарына басшылық ететін негізгі тұлға болып табылады. Кәсіпшіліктегі бұрғылау жұмыстарының орындалуын геологиялық тұрғыдан бақылап отыру, таужыныстардың сынамаларын алу және оларды зертханалық сынақтардан өткізу – аға геологтың басшылығымен жүргізіледі. Ол кәсіпшіліктің аға инженерімен бірге, мұнай-газ өнімін еселей арттыруға бағышталған геологиялық-техникалық іс-шаралар мазмұнын жасактайды. Бұл үшін аға геолог зерттеу ұңғымасындағы мұнайдың, газдың және жерасты суларының дебиттері мен деңгейлерін, қойнауқаттық қысым көрсеткіштерін өлшейді, ұңғыма оқпанынан мұнай, газ және судың сынамаларын алу шараларын жүзеге асырады. Аға геолог ұңғыманың жұмыс істеуінің технологиялық режимін тағайындауға және оны жетілдіре түсу шараларына тікелей араласады. Аға геолог кәсіпшіліктегі өзге де кейбір маңызды іс-шараларды жүзеге асыруға қатысуы тиіс. Мұндай іс-шаралар қатарына жататындар мыналар: игерім ұңғымаларының іс-әрекеттегі қорын қалыпты мөлшерде ұстап тұруға қатысты іс-шаралар; ұңғымаларды күрделі жөндеуден өткізу жоспарын жасактау, бұрын жұмыс істемей тұрған ұңғыманы іс-әрекетке қосу ретін анықтау; бұрын бұрғыланып біткен ұңғымаларға қайтып оралу немесе оларды тереңдете түсу жоспарын жасактау; қойнауқатқа сырттан әсер ету шаралары мен мұнай өндірудің бейілкі әдістерін (вторичные методы) жобалауға арналған зерттеу жұмыстарына басшылық ету және осы іс-шаралар

мен әдістердің уактылы да дұрыс орындалуын қадағалау. Бас басқарманың геологиялық бөлімімен келісе отырып, қойнауқаттарды жете барлауға қажетті ұңғыма-нүктелердің жалпылама қорын дайындау; мұнай мен газды өндіруге қажетті бүкіл картографиялық материалдарды құрастыру, жоспарлар жасауға және олардың орындалуын қадағалауға қатысу; жер қойнауын қорғау жұмыстары мен сол жер қойнауынан алынатын мұнайдың, газдың неғұрлым молырақ алынуын қамтамасыз ететін іс-шаралардың дұрыс жүргізілуін бақылап отыру.

Кәсіпшіліктегі геологиялық бөлім жұмысына бас басқарманың геологиялық бөлімі басшылық жасап отыратындығы жоғарыда айтылды. Мұнай-газ басқармасындағы геологиялық бөлім, өзіне қарасты жұмыс ауқымы мен қабылданған ұйымдастыру құрылымының сұлбасына байланысты бір немесе бірнеше секторларға жіктелуі мүмкін. Бас басқарма жанындағы геологиялық бөлім құрамында жиі ұшырасатын мейілінше маңызды секторлар ретінде мыналарды атауға болады:

- *күнделікті жұмыс секторы* (оперативтік сектор) – ұңғымалардың дұрыс бұрғылануын және олардың дұрыс игерілуін ұдайы қадағалап отырады; осы сектор құрамындағы бұрғылау бойынша геолог (геолог по бурению) ұңғыманың талаптарға сай бұрғылануын қадағалап қана қоймайды, сонымен қатар ол бүкіл бұрғылаулар нәтижесінде жинақталған деректерді тыңғылықты өңдеу (камеральная обработка) жұмыстарына тікелей араласады (каротаж диаграммаларын геологиялық өңдеу; ұңғымалар қимасын, геологиялық кескіндерді, құрылымдық карталарды т.с.с. бір-бірімен салыстыру сұлбасын құрастыру); осы сектор құрамындағы игеру бойынша геолог (геолог по эксплуатации) игерім ұңғымаларының жұмыс режимін қадағалап отырады. Ұңғыма жұмысының ең ұтымды технологиялық режимін тағайындауға, қойнауқаттарға сырттан әсер ету мен өнімді арттыру шараларын жасақтауға, ұңғымалардың және мұнайлы-газды қойнауқаттың жерасты суларымен тоғытылып кету мүмкіндіктерін зерттеуге, осы мәселені дәйім бақылап отыруға қатысады;

- *мұнай мен газды игеру және олардың қорларын есептеу секторы* –кенорынды ұтымды игеру жобаларын жасақтауға басшылық етеді. Осы жобаны іске асыруға тікелей араласады, қойнауқаттарға сырттан әсер ету шараларын жоспарлауға қажетті бүкіл мәліметтерді дайындайды, қабылданған игеру жүйесі мен қойнауқатқа сырттан әсер етудің қолданылуы тиіс іс-шараларын саралайды. Мұнай мен газдың қорларын есептейді, ұңғыма-нүктелердің қорын есепке алып отырады;

- *ғылыми-зерттеу секторы* – зертханалардың күнделікті жұмысына басшылық етеді, ғылыми-зерттеу жұмыстары нәтижесінде алынған

мәліметтерді тынғылықты өңдеу жұмыстарымен айналысады. Ірі-ірі мұнай-газ басқармалары құрамында әдетте бірнеше зертханалар жұмыс істейді. Олар – мұнай, газ зертханасы, гидрогеологиялық, қойнауқат физикасының зертханасы, петрография зертханасы, микропалеонтологиялық зертхана, геологиялық-кәсіпшілік зертханасы, т.б.

Мұнай-газ кенорындарын барлау және игеру барысында туындайтын жоғарыда келтірілген геологиялық мәселелерді бас басқарманың геологиялық бөлімі өздігінен шешеді. Оларды табысты шешуге қажетті іс-шараларды күзиретті органдармен келісе отырып жүзеге асыру мақсатында, арнаулы материалдар мен құжаттар дайындайды.

Тарау бойынша бақылау сұрақтары

1. Республикамыздың Геология және жер қойнауын қорғау комитетінің мұнай-газ кенорындарын барлаумен және игерумен айналысатын мекемелер алдына жер қойнауы мен қоршаған ортаны қорғау мәселелеріне қатысты қойған арнаулы талаптар тізбегін санамалап шығыңыз.

2. Жаңадан ашылған мұнай-газ кенорнын іске қосып, одан өнім өндіру жұмыстарын бастап кету үшін қандай шарттар орындалуы тиіс? Кенорынды барлау нәтижесінде жинақталуы тиіс мәліметтерді атаңыз.

3. Кенорынды барлау барысында экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін қандай іс-шаралар атқарылуы тиіс?

4. Жер қойнауында шоғырланған мұнай-газ жатындарын шама келгенше молырақ өндіріп алу үшін қандай мәселелерге айырықша мән беріледі? Мұнаймен бірге ұшырасатын өзге де қандай пайдалы қазбалар болуы мүмкін, олардың қоры есепке алына ма?

5. Мұнай-газ ұңғымаларын бұрғылау барысындағы маркшейдерлік жұмыстар қандай мақсатта жүргізіледі?

6. Ұңғыма оқпаны аршыған мұнайлы, газды және сулы қойнауқаттарды бір-бірінен оқшаулау не үшін қажет? Осы оқшаулау шаралары қалай және ненің көмегімен жүргізіледі?

7. Ұңғыма оқпанына түсірілген шегендеу тізбегінің цементтелу сапасын тексеру үшін қандай сынау әдістері қолданылады? Бұл әдістердің қолданылу мазмұнын сипаттаңыз.

8. Ұңғыма оқпанына мұнай мен газдың ашық бұрқақтары кенет атқылауының алдын алу және оқпан қабырғасының жапырыла құлау қаупін болдырмау үшін қандай іс-шаралар жүргізілуі тиіс? «Перветер» дегеніміз не, ол не үшін қажет?

9. Игерім ұңғымаларының жұмысын уақытша тоқтату қандай жағдайларда жүзеге асырылады?

10. Өз жұмысын мүлдем тоқтатуды және өзін өндірістен аластауды (ликвидация) қажет ететін ұңғымаларды атаңыз. Өндірістен аласталған ұңғымаларда қандай арнаулы жұмыстар жүргізілуі тиіс?

11. Мұнай-газ кенорындарын іздеу, барлау және игеру барысында туындауы мүмкін экологиялық проблемалар?

12. Шікі мұнайдың қоршаған ортаны ластау ерекшеліктері мен жолдарын және теңіз суының мұнаймен ластануының кейбір мысалдарын айтып беріңіз.

13. Теңіз бетін оған төгілген мұнай жарғақтарынан тазарту шаралары қалайша жүргізіледі? Негізгі механикалық тазартқыштарды атаңыз.

14. Шікі мұнай және оның өнімдерімен грунттың ластануы, қандай жағдайларға байланысты? Газды тасымалдаумен байланысты қандай апаттар болуы мүмкін? «Шытырлауық газ» деп аталатын жарылғыш қоспа қалай қалыптасады?

15. Мұнай және газ бұрқақтары ненің салдарынан туындайды? Қазақстандағы Теңіз мұнай кенорнында 1985 жылы орын алған мұнай бұрқағы жайлы айтып беріңіз.

16. Мұнай құрамында ұшырасатын зиянды табиғи қоспалар жайлы не білесіз? Олардың экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін не істеу қажет?

17. Мұнай-газ кәсіпшіліктеріндегі геологиялық қызмет ауқымында шешілуі тиіс экологиялық міндеттер мен мақсат-мүдделерді атаңыз (олар тоғыз пункттен тұрады).

18. Барлау ұңғымаларын бұрғылау барысында кәсіпшіліктің геологиялық қызметінің алдына қойылатын басты экологиялық міндеттерді атаңыз (мұндай міндеттер тізбегі алты пункттен тұрады).

19. Барлау ұңғымаларын сынамалау және тәжірибелік игеру барысында кәсіпшіліктің геологиялық қызметінің алдына қойылатын экологиялық міндеттерді атаңыз (мұндай міндеттер тізбегі алты пункттен тұрады).

20. Кенорынды игеру барысында кәсіпшілік геологтарының алдына қойылатын экологиялық міндеттерді атаңыз (мұндай міндеттер тізбегі де алтау).

21. Мұнай-газ кәсіпшілігінің аға геологы атқаруы тиіс жұмыстар кешені жайлы айтып беріңіз.

22. Бас басқарма жанындағы геологиялық бөлім құрамына қандай секторлар кіреді?

«Мұнай–газ кәсіпшілігі геологиясың оқу пәні бойынша зертханалық сабақтар жүргізуге арналған әдістемелік жаттығулар
(Әдістемелік жаттығулар геология-минералогия ғылымдарының докторы, профессор Г.Ж.Жолтаевтің бұрын жарық көрген әдістемелік нұсқауынан алынған)

1. Геологиялық кескіндер (профильдер) тұрғызуға арналған жаттығулар

Мұнай-газ өндірісі кәсіпшілігінде геологиялық кескіндер тұрғызудың маңызы өте зор. Себебі, өнімді қойнауқаттарды барлау және мұнай-газ өндіру жұмыстарын жүзеге асыру шаралары – осындай кескіндер көмегімен орындалады.

1-тапсырма

Төмендегі көрсеткіштер бойынша геологиялық кескін (профиль) тұрғызыңыздар.

Ұңғымалар тік бағытта түзу сызық бойымен бұрғыланған. Солтүстіктегі 1-ұңғымадан 2-ұңғымаға дейінгі аралық – 600 м, 2 және 3-ұңғымалар аралығы – 500 м, 3 және 4-ұңғымалар аралығы – 450 м.

Ұңғыма қималарының сұлбасы

1-ұңғыма, альтидудасы – 180 м

0 м-эктас (бақалтастар)	миоцен
195 м- көкшіл сұрғылт түсті саз	- / -
380 м- ақшыл түсті құм	- / -
610 м- қызғылт қоңыр түсті саз	төменгі бор
850 м- қоңыр түсті әксаз	- / -
1120 м- көкшіл сұрғылт түсті саз	- / -
1520 м- ақ түсті құмтас	- / -
1850 м- қызғылт түсті саз	жоғарғы юра
2175 м- ақшыл сұрғылт түсті құмтас	- / -
2250 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	(?)

2-ұңғыма, альтидудасы – 200 м

0 м- эктас (бақалтастар)	миоцен
150 м- көкшіл сұрғылт түсті саз	- / -
350 м- ақшыл түсті құм	- / -

560 м- қызғылт-қоңыр түсті саз	төменгі бор
600 м- қоңыр-қышқыл түсті әктас	- / -
815 м- қоңыр көкшіл түсті саз	- / -
1165 м- бурыл түсті мұнайлы құмтас	- / -
1250 м- ақшылтым түсті құмтас	- / -
1465 м- қызыл түсті құм	жоғарғы юра
1770 м- қоңыр түсті мұнай сіңген құмтас	- / -
1850 м- ашық қоңыр түсті құмтас	- / -
2055 м- ашық қоңыр түсті әктас	ортаңғы юра
2240 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	(?)

3-ұңғыма, альтидудасы – 100 м

0 м- әктастар мен бақалтастар	миоцен
65 м- көкшіл сұрғылт саз	- / -
240 м- ақшыл құм	- / -
430 м- сұрғылт әктас	төменгі бор
640 м- көкшіл - сұрғылт саз	- / -
1020 м- сұрғылт, мұнай сіңген құмтас	- / -
1150 м- ақшыл құмтас	- / -
1410 м- қызыл түсті саз	жоғарғы юра
1800 м- сұрғылт құмтас	- / -
2190 м- сұрғылт әктас	ортаңғы юра

4-ұңғыма, альтидудасы – 200 м

0 м- әктас, бақалтастар	миоцен
200 м- көкшіл сұрғылт саз	- / -
390 м- ақшыл құм	- / -
610 м- қызғылт қоңыр түсті саз	төм.бор
860 м- сұрғылт түсті әксаз	- / -
1200 м- көкшіл сарғыш саз	- / -
1810 м- ақшыл құмтас	- / -
2270 м- қызыл түсті саз	жоғ.юра
2350 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	- / -

2-тапсырма

Төмендегі көрсеткіштер бойынша геологиялық кескін (профиль) тұрғызыңыздар.

Ұңғымалар тік бағытта түзу сызық бойымен бұрғыланып, батыстан шығысқа қарай орналасқан. Батыстағы 1-ұңғыма мен 2-ұңғыманың аралығы – 500 м, 3 және 4-ұңғымалар аралығы – 500 м.

Ұңғыма қималарының сұлбасы

1-ұңғыма, альтидудасы – 100 м

0 м- көкшіл сұрғылт әксаз	палеоген
220 м- сұрғылт түсті саз	- / -
410 м- сұрғылт түсті құмайтас	- / -
650 м- ашық сұрғылт түсті саз	- / -
885 м- ұсақ түйірлі қоңыр құм	- / -
1115 м- қызыл түсті саз	жоғарғы юра
1345 м- қоңыр түсті құмтас	- / -
1630 м- күңгірт қоңыр түсті құмайтас	- / -
1950 м- күңгірт қоңыр түсті саз	- / -
2145 м- күңгірт қоңыр түсті құмтас	- / -
2200 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	(?)

2-ұңғыма, альтидудасы – 150 м

0 м- көкшіл сұрғылт әксаз	палеоген
160 м- сары түсті саз	- / -
540 м- ақшыл сары саз	- / -
750 м- мұнайы бар сұрғылт құм	- / -
800 м- сарғыш қоңыр түсті құм	- / -
980 м- көкшіл қоңыр құмтас	жоғарғы юра
1205 м- күңгірт қоңыр түсті құмайтас	- / -
1510 м- қоңыр түсті саз	- / -
1730 м- күңгірт қоңыр түсті құмтас	- / -
2000 м- қара түсті саз	ортаңғы юра
2220 м- ашық сары түсті құмтас	- / -
2250 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	- / -

3-ұңғыма, альтидудасы – 200 м

0 м- сұрғылт көкшіл әксаз, әктас	палеоген
155 м- сары түсті саз	- / -
330 м- қоңыр түсті құмайтас	- / -
510 м- ақшыл қоңыр саз	- / -
735 м- мұнайлы қоңыр түсті құм	- / -
850 м- күңгірт сарғыш құм	- / -
950 м- көкшіл қоңыр құм	жоғарғы юра
1035 м- сұрғылт түсті құмайтас	- / -
1285 м- сұрғылт түсті саз	- / -
1480 м- мұнайлы сұрғылт түсті құмтас	- / -
1775 м- қара түсті саз	ортаңғы юра
2000 м- ашық сары түсті құмайтас	- / -
2250 м- ұңғыма түбі (забой)	

4-ұңғыма, альтидудасы – 150 м

0 м- сұрғылт көкшіл түсті саз	палеоген
175 м сұрғылт көкшіл әксаз	- / -
395 м- қоңыр түсті құмайтас	- / -
630 м - ақшыл сұрғылт саз	- / -
905 м- сарғыш қоңыр құм	- / -
1170 м- сарғыш құм	жоғарғы юра
1240 м- қоңыр сарғыш түсті құмайтас	- / -
1550 м- сұрғылт қоңыр түсті саз	- / -
1795 м- қоңыр қошқыл түсті құмтас	- / -
2115 м- қара түсті саз	ортаңғы юра
2300 м- ашық сары түсті құмтас	- / -
2350 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

3-тапсырма

Төменгі көрсеткіштер бойынша геологиялық кескін (профиль) тұрғызыңыздар.

Ұңғымалар тік бағытта түзу сызық бойымен бұрғыланып, оңтүстіктен солтүстікке қарай орналасқан. Оңтүстіктегі 1-ұңғыма мен 2-ұңғыманың аралығы – 450 м, 2 және 3-ұңғымалар аралығы – 50 м, 3 және 4-ұңғымалар аралығы – 600 м.

Ұңғыма қималарының сұлбасы

1-ұңғыма, альтидудасы – 200 м

0 м- ашық сарғыш әксаз	жоғарғы бор
200 м- ақшыл ренді бор	- / -
390 м- көкшіл түсті құм	- / -
610 м- қызыл түсті құмайтас	жоғарғы пермь
850 м- сұрғылт түсті доломит	- / -
1200 м- сұрғылт түсті сазтас	- / -
1810 м- ақшыл сұрғылт құмтас	- / -
2270 м- сұрғылт түсті сазтас	жоғарғы карбон
2350 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

2-ұңғыма, альтидудасы – 100 м

0 м- ашық сұрғылт әксаз	жоғарғы бор
65 м- ақ түсті бор	- / -
240 м- көкшіл сұрғылт құм	- / -
460 м- сұрғылт қоңыр доломит	төменгі пермь
640 м- қоңыр сұрғылт сазтас	- / -

1020 м- мұнайлы қоңыр түсті құмтас	- / -
1150 м- мұнай сіңген ашық сарғыш құмтас	- / -
1410 м- ашық ары түсті құмтас	жоғарғы карбон
1800 м- ашық қоңыр түсті құмтас	- / -
2190 м- қоңыр сарғыш түсті құмтас	- / -
2210 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	- / -

3-ұңғыма, альтитудасы – 200 м

0 м- ашық сұрғылт әксаз	жоғарғы бор
150 м- ақ түсті бор	- / -
350 м- көкшіл сұрғылт құм	- / -
560 м- қызғылт сазтас	төменгі пермь
600 м- сұрғылт қоңыр доломит	- / -
815 м- қоңыр күнгірт сазтас	- / -
1165 м- мұнайлы қоңыр түсті құмтас	- / -
1250 м- ашық сарғыш құмтас	- / -
1465 м- ашық сары сазтас	жоғарғы карбон
1770 м- мұнайлы қоңыр түсті құмтас	- / -
1850 м- ашық қоңыр түсті құмтас	- / -
2055 м- қоңыр түсті әктас	- / -
2240 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

4 ұңғыма, альтитудасы – 150 м

0 м- ашық сұрғылт әктас	жоғарғы бор
195 м- ақ түсті бор	- / -
380 м- сұрғылт көкшіл түсті құм	- / -
610 м- қызыл түсті сазтас	төменгі пермь
860 м- қоңыр сұрғылт доломит	- / -
1120 м-қоңыр сұрғылт сазтас	- / -
1520 м- ашық сұрғылт құмтас	- / -
1360 м- сұрғылт қоңыр сазтас	жоғарғы карбон
2175 м- ашық қоңыр түсті құмтас	- / -
2250 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

4-тапсырма

Төменгі көрсеткіштер бойынша геологиялық кескін (профиль) тұрғызыңыздар.

Ұңғымалар тік бағытта түзу сызық бойымен бұрғыланып, оңтүстік-батыстан солтүстік-шығысқа қарай орналасқан. Оңтүстік-батыстағы

1-ұңғыма мен 2-ұңғыманың аралығы – 800 м, 2-ұңғыма мен 3-ұңғыманың аралығы – 400 м, 3-ұңғыма мен 4-ұңғыманың аралығы – 400 м.

Ұңғыма қималарының сұлбасы

1-ұңғыма, альтидудасы – 120 м

0 м- конгломерат	палеоген
70 м- ақшыл сұрғылт әктас	- / -
275 м- көкшіл түсті саз	- / -
535 м- ашық сарғыш құмтас	жоғарғы бор
815 м- сұрғылт түсті саз	- / -
1060 м- ақ түсті құм	- / -
1330 м- қызыл түсті саз	- / -
1575 м- көкшіл сұрғылт құмтас	- / -
1620 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

2-ұңғыма, альтидудасы – 220 м

0 м- ақшыл сарғыш әктас	палеоген
135 м- көкшіл түсті саз	- / -
350 м- ақшыл қоңыр түсті құмтас	- / -
570 м- қоңыр түсті саз	жоғарғы бор
1020 м- қызыл түсті құм	- / -
1260 м- мұнайлы қоңыр түсті құмтас	- / -
1440 м- сарғыш қоңыр түсті құмтас	- / -
1470 м- қоңыр түсті әксаз	төменгі бор
1670 м- қызғылт түсті саз	- / -
1690 м- күнгірт қоңыр түсті құмтас	- / -
1920 м- қоңыр түсті әктас	- / -
2030 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

3-ұңғыма, альтидудасы – 190 м

0 м- ақ сарғыш әктас	палеоген
190 м- көк түсті саз	- / -
445 м- ашық қоңыр құмтас	- / -
715 м- сұрғылт саз	жоғарғы бор
865 м- мұнайлы сұрғылт құмтас	палеоген
1090 м- ашық сұрғылт құмтас	- / -
1140 м- қоңыр саз	жоғарғы бор
1470 м- ақшыл құм	- / -
1730 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

4-ұңғыма, альтидудасы – 100 м

0 м- конгломерат	неоген
110 м- ақшыл сарғыш құмтас	палеоген
260 м- конгломерат	неоген
530 м- ақшыл сарғыш әктас	палеоген
885 м- көк саз	- / -
1265 м- ақшыл қоңыр құмтас	- / -
1630 м- қоңыр саз	жоғарғы бор
1700 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

5-тапсырма

Төмендегі көрсеткіштер бойынша геологиялық кескін (профиль) тұрғызыңыздар.

Ұңғымалар тік бағытта түзу сызық бойымен бұрғыланып, оңтүстік-бағыттан солтүстік-шығысқа қарай орналасқан. Оңтүстіктегі 1-ұңғымадан 2- ұңғымаға дейінгі аралық – 800 м, 2-ұңғымадан 3-ұңғымаға дейінгі аралық – 400 м, 3-ұңғымадан 4-ұңғымаға дейінгі аралық – 400 м.

Ұңғыма кималарының сұлбасы

1-ұңғыма, альтидудасы – 320 м

0 м- конгломерат	төменгі силур
270 м- көкшіл әктас	жоғарғы кембрий
475 м- көкшіл аргиллит	- / -
735 м- қоңыр құмтас	- / -
1015 м- қоңыр аргиллит	ортаңғы кембрий
1260 м- ашық қоңыр құмтас	- / -
1530 м- қызыл түсті аргиллит	- / -
1715 м- көкшіл сұрғылт құмтас	- / -
1820 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

2-ұңғыма, альтидудасы – 50 м

0 м- көкшіл аргиллит	жоғарғы кембрий
180 м- сұрғылт құмтас	- / -
400 м- сұрғылт аргиллит	ортаңғы кембрий
610 м- мұнайлы бурыл құмтас	- / -
850 м- қызыл түсті аргиллит	- / -
1090 м- мұнайлы бурыл құмтас	- / -
1270 м- ашық бурыл құмтас	- / -
1300 м- қоңыр түсті әксаз	төменгі кембрий

1500 м- қызыл түсті аргиллит	ортаңғы кембрий
1520 м- мұнай сіңген құмтас	- / -
1750 м- көкшіл сарғыш құмтас	- / -
1795 м- күңгірт келген әксаз	төменгі кембрий
1860 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

3-ұңғыма, альтидудасы – 90 м

0 м- қоңырқай түсті әктас	жоғарғы кембрий
90 м- көкшіл түсті аргиллит	- / -
345 м- сұрғылт құмтас	- / -
615 м- сұрғылт аргиллит	ортаңғы кембрий
765 м- мұнай сіңген қоңыр түсті құмтас	жоғарғы кембрий
990 м- қоңыр түсті құмтас	- / -
1040 м- қоңыр түсті аргиллит	ортаңғы кембрий
1370 м- ашық сарғылт құмтас	- / -
1630 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

4-ұңғыма, альтидудасы –300 м

0 м- конгломерат	төменгі силур
310 м- қоңыр түсті құмтас	жоғарғы кембрий
460 м- конгломерат	төменгі силур
730 м- қоңыр түсті әктас	жоғарғы кембрий
1085 м- көкшіл сазтас	- / -
1466 м- қоңыр құмтас	- / -
1830 м- қоңыр сазтас	ортаңғы кембрий
1900 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

6-тапсырма

Мұнай-газ кәсіпшілігі геологиясының зертханалық жұмыстарын орындауға және мұнай-газ қорын есептеуге арналған

Төмендегі көрсеткіштер бойынша геологиялық кескін (профиль) тұрғызыңыздар.

Ұңғымалар тік бағытта түзу сызық бойымен бұрғыланып, оңтүстік-шығыстан солтүстік-батысқа қарай орналасқан. Оңтүстіктегі 1-ұңғымадан 2-ұңғымаға дейінгі қашықтық – 400 м, 2-ұңғымадан 3-ұңғымаға дейінгі қашықтық – 600 м, ал 3- және 4-ұңғымалардың аралығы – 300 м.

Ұңғыма қималарының сұлбасы

1-ұңғыма, альтидудасы – 120 м

0 м- ақ түсті құм	жоғарғы пермь
40 м- қоңыр түсті әксаз	төменгі пермь
160 м- қоңыр түсті аргиллит	- / -
300 м- ашық сарғыш құмтас	- / -
420 м- қоңыр сарғыш аргиллит	жоғарғы карбон
540 м- көк түсті аргиллит	- / -
580 м- қоңыр сарғыш әктас	- / -
780 м- қоңыр түсті әксаз	- / -
1040 м- көк сұр түсті құмтас	- / -
1200 м- қызыл қоңыр аргиллит	ортаңғы карбон
1240 м- қоңыр түсті аргиллит	- / -
1290 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

2-ұңғыма, альтидудасы – 140 м

0 м- ақ түсті құмтас	жоғарғы пермь
200 м- қоңыр түсті әксаз	төменгі пермь
330 м- қоңыр түсті аргиллит	- / -
440 м- мұнайлы қоңыр әктас	жоғарғы карбон
560 м- қоңыр түсті әктас	- / -
620 м- қоңыр түсті әксаз	- / -
850 м- мұнайлы қоңыр құмтас	- / -
870 м- көкшіл сұрғылт құмтас	- / -
980 м- қызғылт қоңыр аргиллит	ортаңғы карбон
1020 м- қоңыр аргиллит	- / -
1230 м- сарғыш қоңыр құмтас	- / -
1285 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

3-ұңғыма, альтидудасы – 100 м

0 м- ақ түсті құм	жоғарғы пермь
170 м- қоңыр түсті әктас	төменгі пермь
290 м- қоңыр аргиллит	- / -
430 м- мұнайлы қоңыр құмтас	- / -
510 м- қоңыр қара аргиллит	жоғарғы карбон
610 м- көк түсті аргиллит	- / -
670 м- мұнай сіңген қоңыр әктас	- / -
810 м- қоңыр түсті әксаз	- / -
990 м- мұнайлы қоңыр түсті құмтас	ортаңғы карбон
1100 м- сарғыш қоңыр құмтас	- / -
1200 м- қызғылт конгломерат	кембрий
1250 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

4-ұңғыма, альтидудасы – 20 м

0 м- ақшыл құм	жоғарғы пермь
140 м- әксаз	төменгі пермь
260 м- қоңыр түсті сазтас	- / -
400 м- мұнайлы сұрғылт құмтас	- / -
440 м- ашық сарғыш құмтас	- / -
490 м- қоңыр сұрғылт сазтас	жоғарғы карбон
580 м- көкшіл сазтас	- / -
640 м- мұнайлы күңгірт әктас	- / -
750 м- қоңыр сұрғылт әктас	- / -
780 м- қоңыр түсті әксаз	- / -
980 м- мұнайлы қоңыр түсті әксаз	- / -
1020 м- көкшіл сұрғылт құмтас	- / -
1120 м- қызғылт сұр аргиллит	жоғарғы карбон
1170 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

7-тапсырма

Мұнай-газ кәсіпшілігі геологиясының зертханалық жұмыстарын орындауға және мұнай-газ қорын есептеуге арналған

Төмендегі көрсеткіштер бойынша геологиялық кескін (профиль) тұрғызыңыздар.

Ұңғымалар тік бағытта түзу сызық бойымен бұрғыланып, оңтүстік-батыстан солтүстік-шығысқа қарай орналасқан. Оңтүстік-батыстағы 1-ұңғымадан 2-ұңғымаға дейінгі аралық – 430 м, 2-ұңғыма мен 3-ұңғыманың аралығы – 450 м, 3-ұңғымадан 4-ұңғымаға дейінгі қашықтық – 460 м.

1-ұңғыма, альтидудасы – 170 м

0 м- қоңыр түсті гипс	неоген
120 м- қызғылт саз	палеоген
330 м- көкшіл қоңыр саз	- / -
490 м- ақшыл реңді құм	- / -
580 м- сұрғылт саз	жоғарғы бор
780 м- сарғыш түсті әктас	- / -
1010 м- қоңыр сұрғылт әксаз	- / -
1210 м- көк түсті саз	- / -
1420 м- ақшыл сарғыш құмтас	- / -
1490 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

2-ұңғыма, альтитудасы – 280 м

0 м- бұрыл түсті саз	неоген
120 м- қоңыр түсті гипс	- / -
260 м- көкшіл сұр саз	палеоген
330 м- сұрғылт битумды құм	- / -
410 м- сұрғылт құм	жоғарғы бор
580 м- ақшыл сары әктас	- / -
780 м- қоңыр сұрғылт әксаз	- / -
940 м- мұнай сіңген қоңыр саз	- / -
1120 м- мұнайлы сұр түсті құмтас	- / -
1240 м- қызғылт қоңыр саз	төменгі юра
1445 м- қоңыр қызғылт құмтас	- / -
1600 м- ұңғыма түбі (забой)	

3-ұңғыма, альтитудасы – 190 м

0 м- қоңыр түсті саз	неоген
50 м- ақ түсті гипс	- / -
180 м- қызғылт реңді саз	палеоген
350 м- көкшіл сұрғылт саз	- / -
510 м- ақ түсті құм	- / -
580 м- сұрғылт түсті саз	жоғарғы бор
760 м- мұнайлы қоңыр түсті әктас	- / -
790 м- ақшыл сары әктас	- / -
1105 м- көкшіл түсті саз	- / -
1285 м- мұнайы бар қоңыр құмтас	- / -
1320 м- ашық сарғыш құмтас	- / -
1390 м- қызғылт қоңыр саз	төменгі юра
1400 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

4-ұңғыма, альтитудасы – 160 м

0 м- сұрғылт түсті саз	неоген
60 м- қызғылт реңді гипс	- / -
190 м- қызыл түсті саз	палеоген
400 м- көкшіл сұрғылт саз	- / -
600 м- ақшыл түсті саз	- / -
670 м- сұрғылт түсті саз	жоғарғы бор
850 м- сарғылт түсті әктас	- / -
1040 м- сұрғылт қоңыр түсті әксаз	- / -
1205 м- көкшіл түсті саз	- / -
1385 м- ақшыл сарғыш құмтас	- / -
1460 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

8-тапсырма

Мұнай-газ кәсіпшілігі геологиясының зертханалық жұмыстарын орындауға және мұнай-газ қорын есептеуге арналған

Төмендегі көрсеткіштер бойынша геологиялық кескін (профиль) тұрғызыңыздар.

Ұңғымалар тік бағытта түзу сызық бойымен бұрғыланып, батыстан шығысқа қарай орналасқан. Батыстағы 1-ұңғымадан 2-ұңғымаға дейінгі қашықтық – 550 м, 2 және 3-ұңғымалар аралығы – 480 м, ал 3 және 4-ұңғымалар аралығы – 510 м.

Ұңғыма қималарының сұлбасы

1-ұңғыма, альтидудасы – 160 м

0 м- қоңыр сарғыш құм	неоген
100 м- бақалтастар, әктастар	- / -
190 м- ақшыл сары түсті құм	- / -
250 м- қоңыр сұрғылт саз	палеоген
340 м- қоңыр сұрғылт әксаз	- / -
490 м- қоңыр түсті құм	- / -
570 м- қоңыр түсті құмайттас	төменгі бор
750 м- ашық қоңыр құмтас	- / -
820 м- ашық қоңыр әктас	жоғарғы юра
940 м- қоңыр түсті доломит	- / -
1090 м- қоңыр түсті әксаз	- / -
1120 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

2-ұңғыма, альтидудасы – 140 м

0 м- сарғыш түсті құм	неоген
50 м- бақалтастар, әктастар	- / -
140 м- ақшыл сарғыш құм	- / -
210 м- сұрғылт сарғыш саз	палеоген
290 м- ашық сарғыш әксаз	- / -
450 м- сұрғылт құм	- / -
500 м- сұр түсті құмайттас	төменгі бор
680 м- ашық сұрғылт құмтас	- / -
740 м- ашық сарғыш әктас	жоғарғы юра
840 м- доломит	- / -
1000 м- сұрғылт саз	- / -
1100 м- құмтас	- / -
1140 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

3-ұңғыма, альтидудасы – 140 м

0 м- әктас және бақалтастар	неоген
60 м- ашық қоңыр түсті құм	- / -
140 м- қоңыр түсті саз	палеоген
250 м- ашық сары түсті әксаз	- / -
410 м- қоңыр түсті құм	- / -
500 м- ашық қоңыр түсті әктас	жоғарғы юра
620 м- қоңыр түсті доломит	- / -
700 м- қоңыр сұрғылт әксаз	- / -
740 м- мұнайлы сұрғылт түсті құмтас	ортаңғы юра
965 м- сұрғылт түсті құмтас	- / -
1040 м- қоңыр түсті әктас	жоғарғы юра
1060 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

4-ұңғыма, альтидудасы – 190 м

0 м- бақалтастар, әктастар	неоген
30 м- ақшыл қоңыр түсті құм	- / -
100 м- қоңыр сарғылт саз	палеоген
200 м- ашық сарғылт әксаз	- / -
430 м- қоңыр түсті алевролит	төменгі бор
580 м- ашық сарғылт құмтас	- / -
630 м- ашық сарғылт әктас	жоғарғы юра
740 м- сұрғылт қоңыр доломит	- / -
820 м- сұрғылт қоңыр әксаз	- / -
860 м- мұнай сіңген сұр түсті құмтас	ортаңғы юра
1015 м- қоңыр сарғыш құмтас	- / -
1160 м- қоңыр түсті әктас	төменгі юра
1180 м – ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

9-тапсырма

Мұнай-газ кәсіпшілігі геологиясының зертханалық жұмыстарын орындауға және мұнай-газ қорын есептеуге арналған

Төмендегі көрсеткіштер бойынша геологиялық кескін (профиль) тұрғызыңыздар.

Ұңғымалар тік бағытта түзу сызық бойымен бұрғыланған, олардың орналасу реті – оңтүстік-батыстан солтүстік-шығысқа қарай. Оңтүстік-батыста орналасқан 1-ұңғыма мен 2-ұңғыманың аралығы – 600 м, 2-ұңғыма мен 3-ұңғыманың аралығы – 600 м, ал 3- және 4-ұңғымалардың аралығы – 400 м.

Ұңғыма қималарының сұлбасы

1-ұңғыма, альтидудасы –170 м

0 м- сарғыш қоңыр әксаз	палеоген
170 м- ақшыл сарғыш саз	триас
390 м- сазды құмайттас	- / -
620 м- қоңыр түсті саз	жоғарғы пермь
925 м- ашық қоңыр құмтас	- / -
1070 м- көк түсті саз	төменгі пермь
1340 м- көкшіл сұрғылт құмтас	- / -
1460 м- бурыл түсті саз	жоғарғы карбон
1550 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

2-ұңғыма, альтидудасы – 180 м

0 м- көкшіл сұрғылт әксаз	палеоген
180 м- ақ түсті көкшіл реңді саз	триас
250 м- саз аралас құмайттас	- / -
440 м- қоңыр сұрғылт саз	жоғарғы пермь
730 м- мұнайлы қоңыр түсті құмтас	- / -
860 м- көкшіл саз	төменгі пермь
1110 м- мұнайлы қоңыр құмтас	- / -
1240 м-сұрғылт түсті саз	жоғарғы карбон
1480 м- мұнайлы сұрғылт құмайтас	- / -
1540 м- қызыл түсті әксаз	ортаңғы карбон

3-ұңғыма, альтидудасы – 190 м

0 м- сарғыш қоңыр түсті әксаз	палеоген
190 м- ақ түсті әксаз	триас
240 м- ашық қоңыр түсті саз	- / -
480 м- ашық қоңыр түсті саз	жоғарғы пермь
720 м- мұнай сіңген көк құмтас	төменгі пермь
1050 м- көк түсті саз	- / -
1110 м- мұнайы бар қоңыр түсті құмтас	- / -
1220 м- бурыл түсті саз	жоғарғы карбон
1470 м- мұнайлы күңгірт реңді алевролит	- / -
1550 м- қызыл кірпіш түсті әксаз	ортаңғы карбон

4-ұңғыма, альтидудасы – 240 м

0 м- темір түсті әксаз	палеоген
240 м- ақ түсті әксаз	триас
300 м- ақшыл қоңыр түсті саз	- / -
540 м- құмайттас (алевролит)	- / -

730 м- күнгірт қоңыр түсті саз	жоғарғы пермь
1020 м- қоңыр түсті құмтас	- / -
1150 м- көк түсті саз	төменгі пермь
1320 м- қоңыр түсті саз	жоғарғы карбон
1520 м- алевролит	- / -
1610 м- қызғылт қоңыр түсті әксаз	ортаңғы карбон
1650 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

10-тапсырма

Мұнай-газ кәсіпшілігі геологиясының зертханалық жұмыстарын орындауға және мұнай-газ қорын есептеуге арналған

Төмендегі көрсеткіштер бойынша геологиялық кескін (профиль) тұрғызыңыздар.

Ұңғымалардың орналасу тәртібі: ұңғымалар тік сызық бойынша батыстан шығысқа қарай орналасқан. 1-ұңғыма мен 2-ұңғыманың аралығы – 400 м, 2- ұңғым мен 3-ұңғыманың аралығы – 600 м, 3-ұңғыма мен 4-ұңғыманың аралығы – 300 м қашықтықта орналасқан.

Ұңғыма кималарының сұлбасы

1-ұңғыма, альтидудасы – 80м

0 м- қоңыр сарғыш әксаз	палеоген
120 м- қоңыр саз	- / -
260 м- ақ түсті құм	- / -
380 м- қоңырқай сұрғылт түсті саз	жоғарғы бор
500 м- көк түсті саз	- / -
540 м- ақшыл сарғыш әктас	- / -
740 м- қоңыр түсті әксаз	- / -
1000 м- көкшіл сұрғылт құмтас	- / -
1160 м- қызыл түсті саз	төменгі бор
1200 м- қоңыр түсті саз	- / -
1250 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

2-ұңғыма, алтидудасы – 140 м

0 м- сарғыш түсті құм	неоген
200 м – сарғыш түсті құм	палеоген
330 м- сұрғылт түсті саз	- / -
440 м- мұнай жұғыны бар сұрғылт әктас	- / -
500 м- ашық сарғыш түсті әктас	- / -
620 м- қоңыр сұрғылт түсті әксаз	- / -

850 м- мұнай сіңген сұрғылт түсті құмтас	- / -
870 м- көкшіл сұрғылт құмтас	- / -
980 м- қызыл түсті саз	төменгі бор
1020 м- сұрғылт қоңыр түсті саз	- / -
1220 м- ашық сарғыш құмтас	- / -
1280 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

3-ұңғыма, альтидудасы – 150 м

0 м- сарғыш түсті құм	неоген
220 м- қоңыр сарғыш түсті әксаз	палеоген
340 м- қоңыр түсті саз	- / -
480 м- мұнайлы бурыл түсті құм	- / -
570 м- қоңыр түсті саз	жоғарғы бор
660 м- қызғылт түсті саз	- / -
720 м- мұнайлы сұр түсті әктас	- / -
860 м- қоңыр түсті әктас	- / -
1040 м- ақшыл сарғыш әктас	төменгі бор
1150 м- ашық қоңыр құмтас	- / -
1260 м- қоңыр қызғылт сазтас	пермь
1300 м- ұңғыма оқпанының түбі (забой)	

4-ұңғыма, альтидудасы – 40 м

0 м- сарғыш түсті құм	неоген
160 м- сарғыш түсті әксаз	палеоген
280 м- қоңыр түсті саз	- / -
420 м- мұнайлы қоңыр түсті құм	- / -
460 м- ақ түсті құм	- / -
510 м- қоңыр түсті саз	жоғарғы бор
600 м- көк түсті саз	- / -
660 м - қоңыр түсті әктас	- / -
770 м- ашық сарғыш әктас	- / -
800 м- қоңыр түсті әксаз	- / -
1000 м- мұнайлы қоңыр құмтас	- / -
1040 м- көк түсті құмтас	- / -
1140 м- қызыл саз	төменгі бор
1200 м- сұрғылт қоңыр түсті саз	- / -
1230 м- қоңыр қызыл сазтас	пермь
1290 м- ұңғыма түбі (забой)	

2 Құрылымдық карталар тұрғызуға арналған жаттығулар

1-кесте

Тапсырма нөмірі	Ұңғыма №	Ұңғымалардың орналасу координаттары		Ұңғыманың альтитудасы, м	Қойнауқат желегі мен табанының тереңдігі, м	Мұнаймен қаныққан қойнауқат қалыңдығы, м
		X	Y			
1	2	3	4	5	6	7
1	1	6154768	27505957	25	1270-1330	3
	2	6153027	27507502	30	1370-1430	0
	3	6154548	27504023	23	1270-1330	18
	4	6157035	27504965	32	1284-1344	12
	5	6155378	27500782	32	1347-1418	0
	6	6156435	27502761	34	1283-1343	31
	7	6153337	27501163	37	1392-1452	0
	8	6160296	27503917	35	1370-1430	0
	9	6151827	27503993	31	1379-1439	0
	10	6150821	27505507	27	1409-1469	0
	11	6157743	27506863	25	1380-1440	0
	12	6158675	27505001	27	1342-1402	0
	13	6158003	27500002	22	1359-1419	0
2	1	5653254	26631182	28	1040-1043,7	0
	2	5653732	26637500	29	1020-1027,8	5,0
	3	5652106	26633780	25	1000-1006,5	4,0
	4	5650626	26641350	22	1026-1037,2	0
	5	5650582	26638208	24	971-983,8	12,8
	6	5647648	26636632	27	1010-1018,6	0
	7	5648562	26633386	26	994-1001,5	0
	8	5648784	26639715	21	1015-1025,8	0
	9	5650412	26631082	28	1023-1028,2	0
	10	5653084	26640174	23	1017-1025,8	0
	11	5649228	26636586	29	976-986,4	9,0
	12	5651734	26637364	24	969-979,8	10,8
	13	5650568	26634802	21	967-967,3	9,3
3	1	6052289	26604912	40	888-985,0	
	2	6052802	26603408	42	889-894,6	5,6
	3	6051928	26603306	44	893-901,8	8,8
	4	6052411	26601981	47	896-903,4	7,0
	5	6052425	26600002	44	926-932,4	0
	6	6051892	26606642	40	932-943,0	4,0
	7	6053841	26603443	42	937-943,8	0
	8	6050524	26603187	54	940-952,6	0
	9	6051084	26604435	48	923-934,4	4,0
	10	6050275	26605532	42	944-959,1	0

1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
	11	6053357	26605741	44	938-947,0	0
	12	6053036	26601007	42	933-939,2	0
	13	6051596	26600901	41	909-917,8	0
4	1	6002724	26502198	40	888-895,0	7,0
	2	6003416	26502163	42	889-894,6	5,6
	3	6001928	26502062	44	893-901,8	8,8
	4	6002601	26502901	47	896-903,4	7,0
	5	6002548	26503994	44	926-932,4	0
	6	6003044	26500918	40	932-943,0	4,0
	7	6005607	26502208	42	937-943,8	0
	8	6003750	26504284	45	940-952,6	0
	9	6001224	26501387	48	923-934,4	4,0
	10	6002014	26500754	42	944-959,1	0
	11	6004508	26501102	44	938-947,0	0
	12	6004561	26503437	42	933-939,2	0
	13	6001355	26503061	41	909-917,8	0
5	1	5637821	25628508	154	1248-1271	23
	2	5636618	25628505	131	1188-1208	20
	3	5635408	25623916	142	1230-1247	17
	4	5634315	25622158	132	1307-1322	10
	5	5639428	25631267	148	1403-1428	2
	6	5638240	25624987	150	1325-1341	16
	7	5634761	25626902	140	1281-1297	16
	8	5633000	25628000	128	1393-1406	0
	9	5636693	25620620	135	1398-1410	0
	10	5635790	25629500	145	1340-1358	18
	11	5639670	25626794	122	1347-1366	5
	12	5633479	25624780	144	1334-1346	7
	6	1	6101891	26651722	25	1270-1330
2		6101502	26650221	30	1370-1430	0
3		6101682	26653231	23	1270-1330	33
4		6102789	26653022	32	1284-1344	27
5		6102241	26655641	32	1347-1418	5
6		6102518	26654423	34	1283-1343	57
7		6101427	26656682	37	1392-1452	0
8		6103748	26654461	35	1370-1430	0
9		6100727	26653377	31	1379-1439	0
10		6100117	26652098	27	1409-1469	0
11		6102961	26651233	25	1380-1440	0
12		6103247	26653907	27	1342-1402	0
13		6103115	26656483	22	1359-1419	0
7	1	5906525	25661186	28	1040-1043,7	0
	2	5902760	25618026	29	1020-1027,8	3,0
	3	5905478	25659106	25	1000-1006,5	4,0

I-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
	4	5900386	25656207	22	1026-1037,2	0
	5	5902304	25656245	24	971-938,8	12,8
	6	5803342	25650004	27	1010-1018,6	0
	7	5905592	25652001	26	994-1001,5	0
	8	5901423	25652005	21	1015-1025,8	0
	9	5906742	25656427	28	1023-1028,2	0
	10	5900275	25659723	23	1017-1025,8	0
	11	5903127	25653159	29	976-986,4	9,0
	12	5903496	25659165	24	969-979,8	10,8
	13	5904141	25656263	21	967-976,3	9,3
8	1	5881943	25601562	25	1270-1340	60
	2	5881627	25600307	30	1370-1440	5
	3	5881709	25602754	23	1270-1540	23
	4	5882903	25602771	32	1284-1352	17
	5	5882207	25603473	32	1280-1354	2
	6	5882327	25604693	34	1283-1351	0
	7	5881423	25604594	37	1392-1461	0
	8	5883695	25604577	35	1370-1445	0
	9	5880267	25602792	31	1379-1448	0
	10	5880490	25601485	27	1409-1480	0
	11	5882801	25601165	25	1380-1450	0
	12	5883504	25602705	27	1342-1400	0
	13	5882946	25605708	22	1359-1420	0
9	1	5841142	256	25	1270-1340	60
	2	5840901	25674941	30	1370-1440	5
	3	5842895	25678716	23	1270-1340	23
	4	5842668	25675669	32	1284-1352	17
	5	5844009	25672897	32	1280-1354	2
	6	5845711	25673895	34	1283—1351	0
	7	5847401	25673949	37	1392-1461	0
	8	5845497	25676002	35	1370-1445	0
	9	5844277	25671314	31	1379-1448	0
	10	5842903	25679743	27	1409-1480	0
	11	5840478	25672608	25	1380-1450	0
	12	5842487	25670663	27	1342-1400	0
	13	5847117	25672874	22	1359-1420	0
10	1	5854436	25662084	112	1184-1194,6	6,0
	2	5854342	25664008	124	1169-1178,7	9,7
	3	5854291	25665912	118	1139-1147,7	8,7
	4	5854365	25667722	121	1139-1146,5	7,5
	5	5854332	25669396	111	1147-1154,4	1,5
	6	5854391	25671384	99	1172-1181,5	0
	7	5857904	25671791	136	1208-1216,7	0
	8	5851881	25670612	118	1176-1185,0	0

1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
	9	5856494	25669428	113	1169-1176,8	0
	10	5855602	25666347	127	1178-1186,7	4,0
	11	5851485	25663249	131	1188-1197,9	6,0
	12	5857017	25663127	125	1200-1210,4	0
	13	5852689	25666961	128	1200-1209,7	0
11	1	4245158	24367180	28	1193-1205,9	1,0
	2	4246564	24361940	23	1149-1159,7	10
	3	4248118	24362098	27	1137-1146,7	9
	4	4249174	24362254	24	1140-1148,2	6
	5	4246877	24362567	23	1165-1171,8	0
	6	4248375	24364285	27	1136-1145,3	9
	7	4247000	24366345	21	1181-1191,5	4,0
	8	4247218	24363848	24	1161-1171,7	0
	9	4249145	24365824	25	1200-1212,0	0
	10	4247215	24360008	23	1159-1169,6	6,0
	11	4245754	24358245	27	1190-1201,8	0
	12	4249255	24358999	24	1172-1181,8	0
12	1	3545324	24645321	28	1193-1205,8	1,0
	2	3545456	24647847	23	1149-1159,7	10,7
	3	3545528	24650247	27	1137-1146,7	9,7
	4	3545432	24653527	24	1140-1148,2	6,0
	5	3545234	24656024	23	1165-1171,8	0
	6	3546425	24652231	27	1136-1145,3	9,3
	7	3548396	24651938	21	1181-1191,5	0
	8	3547124	24649835	24	1161-1171,7	4,0
	9	3548724	24648694	25	1200-1212,0	0
	10	3543979	24649621	23	1159-1169,6	6,0
	11	3542817	24647022	27	1190-1201,8	0
	12	3542806	24652937	2	1172-1181,8	0
13	1	3471628	24536225	24	663-669,7	1,0
	2	3473328	24536318	21	625-633,5	8,5
	3	3475415	24536623	17	586-594,3	9,3
	4	3476175	24536024	25	580-589,9	9,9
	5	3477721	24536105	23	599-610,0	4,5
	6	3478945	24535955	19	639-653,1	0
	7	3474624	24531115	21	662-671,2	0
	8	3473125	24539000	18	634-641,1	6,0
	9	3474948	24533795	27	632-642,8	5,0
	10	3474527	24538154	24	613-621,6	8,6
	11	3474117	24541842	23	668-673,2	0
	12	3475609	24540324	15	629-637,4	0
	13	3476824	24532785	18	648-661,2	0
14	1	4554127	25317487	25	1270-1330	
	2	4553431	25315110	30	1370-1440	60

I-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
	3	4553431	25319540	23	1270-1342	5
	4	4555555	25319427	32	1284-1352	23
	5	4554792	25320825	32	1280-1354	17
	6	4555470	25322981	34	1283-1361	2
	7	4553528	25323040	37	1392-1461	0
	8	4558345	25321964	35	1370-1445	0
	9	4551814	25320540	31	1379-1448	0
	10	4551000	253180	27	1409-1480	0
	11		00			
	12	4556945	25329144	27	1342-1400	0
	13	4556548	25324972	22	1359-1420	0
15	1	4447120	23498118	24	663-669,7	
	2	4445780	23497480	21	625-663,5	8,5
	3	4443908	23496821	17	585-594,3	9,3
	4	4442810	23496210	25	580-589,9	9,9
	5	4441315	23495475	23	599-610,0	4,5
	6	4440170	23494617	19	639-653,1	0
	7	4445315	23402463	21	662-671,2	0
	8	4445520	23493510	18	634-641,1	6,0
	9	4444680	23499987	27	632-642,8	5,0
	10	4443817	23494745	24	613-621,6	8,6
	11	4443830	23400247	23	668-673,2	0
	12	4442215	23449508	15	629-637,4	0
	13	4442508	23499205	18	648-661,2	0
16	1	4535897	23494627	24	663-669,7	1,0
	2	4535624	23491723	21	625-633,5	8,5
	3	4535608	23489112	17	585-594,3	9,3
	4	4535497	23487217	25	580-589,9	9,9
	5	4535695	234842	23	590-610,0	4,5
	6	4535955	23481437	19	639-653,1	0
	7	4539000	23490420	21	662-671,2	0
	8	4533521	23491899	18	634-641,1	6,0
	9	4537417	23489923	27	632-642,8	5,0
	10	4534721	23489625	24	613-621,6	8,6
	11	4532615	23489431	23	668-673,2	0
	12	4533024	23484920	15	629-637,4	0
	13	4538720	23485995	18	648-661,2	0
17	1	5224027	26439502	45	1282-1291,7	9,7
	2	5222148	26438456	44	1312-1322,3	6,0
	3	5220736	26435347	47	1349-1359,6	0
	4	5226124	26439008	48	1352-1363,5	0
	5	5223301	26435801	45	1329-1339,8	1,0
	6	5223502	26442223	47	1383-1291,6	8,6
	7	5222012	26446186	44	1330-1336,7	0

1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
	8	5224896	26441287	42	1282-1291,2	9,2
	9	5227202	26441694	47	1330-1339,4	0
	10	5225503	26436007	51	1348-1358,3	0
	11	5219801	26439005	47	1342-1351,3	0
	12	5220802	26441803	48	1310-1318,2	1,0
	13	5223458	26443727	44	1296-1303,9	6,0
18	1	4454931	24391930	42	1477-1502	0
	2	4452437	24390235	47	1500-1525	0
	3	4455328	24380046	45	1455-1465	10
	4	4456000	24386542	43	1450-1462	12
	5	4458683	24387735	43	1480-1505	8
	6	4457135	24391245	40	1448-1462	14
	7	4459827	24390547	44	1490-1502	6
	8	4451815	24384178	42	1487-1500	0
	9	4454326	24381000	39	1500-1518	0
	10	4456717	24383314	42	1490-1506	0
	11	4456525	24393900	48	1493-1501	0
	12	4453135	24386712	36	1443-1461	1
	13	4458878	24385155	29	1481-1499	0
19	1	5235355	27513515	21	1690-1708,6	18,6
	2	5236894	27514248	17	1685-1702,8	17,8
	3	5238987	27513785	24	1690-1712,5	21,0
	4	5235801	27515628	27	1694-1712,6	17,5
	5	5235495	27518405	25	1746-1766,8	0
	6	5232315	27514999	31	1739-1759,0	0
	7	5236687	27512512	23	1718-1738,2	6,0
	8	5236524	27510025	26	1764-1786,5	0
	9	5232921	27510525	30	1765-1786,5	0
	10	5231124	27512975	33	1760-1786,5	0
	11	5232821	27513234	27	1747-1768,5	0
	12	5230124	27510783	35	1740-1761,6	0
	13	5239980	27515415	24	1709-1728,7	0
20	1	5863824	25550724	112	1184-1194,6	6,0
	2	5863912	25553616	124	1169-1178,7	9,7
	3	5863874	25556448	118	1139-1147,7	8,7
	4	5863882	25558806	121	1139-1165,5	7,5
	5	5863956	25560998	111	1147-1154	1,5
	6	5863888	25563287	99	1172-1181,5	0
	7	5866628	25562312	136	1208-1216,7	0
	8	5862012	25562478	118	1176-1185,0	0
	9	5866165	25558547	113	1169-1176,8	0
	10	5865708	25556667	127	1178-1186,7	4,0
	11	5861692	25553994	131	1188-1197,9	6,0
	12	5866791	25552976	125	1200-1210,4	0

I-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
	13	5860802	25557932	128	1200-1209,7	0
21	1	6206280	27606994	42	1477-1502	0
	2	6205902	27610486	47	1500-1525	0
	3	6205208	27606767	45	1455-1465	10
	4	6203607	27606403	43	1450-1462	12
	5	6204123	27601497	43	1480-1505	8
	6	6205746	27694198	40	1448-1462	14
	7	6206012	27600742	44	1490-1502	6
	8	6202804	27611867	42	1487-1500	0
	9	6200482	27608722	39	1500-1518	0
	10	6201469	27605658	42	1490-1506	0
	11	6207767	27604965	48	1493-1501	0
	12	6204011	27609287	36	1443-1461	1
	13	6202795	27601387	29	1481-1499	0
22	1	3451285	23434970	112	1184-1194,6	6,0
	2	3453480	23435120	124	1169-1178,7	9,7
	3	3454108	23435170	118	1139-1147,7	8,7
	4	3455617	23435375	121	1139-1146,5	7,5
	5	3456784	23435428	111	1147-1154,4	1,5
	6	3458624	23435609	99	1172-1181,5	0
	7	3458172	23440519	136	1208-1216,7	0
	8	3457118	23438620	118	1176-1185,0	0
	9	3456124	23438619	113	1169-1176,8	0
	10	3454180	23437543	127	1178-1186,7	4,0
	11	3453517	23431610	131	1183-1197,9	6,0
	12	3452510	23439555	125	1200-1210,4	0
	13	3455487	23431005	128	1200-1209,7	0
23	1	5225643	26439903	45	1282-1191,7	
	2	5227627	26438743	44	1300-1310,3	
	3	5229821	26436708	47	1349-1359,6	0
	4	5229707	26441908	48	1352-1363,5	0
	5	5229109	26439254	45	1329-1339,8	1,0
	6	5222877	26439505	47	1263-1291,6	8,0
	7	5228902	26438004	44	1330-1336,7	0
	8	5223873	26440925	42	1282-1291,2	9,2
	9	5223481	26443101	47	1330-1339,4	0
	10	5225987	26442175	51	1310-1328,3	6,2
	11	5226992	26435785	47	1342-1351,3	0
	12	5223208	26436806	48	1310-1318,2	1,0
	13	5221504	26439502	44	1296-1303,9	6,0
24	1	5222447	26439089	45	1290-1299,7	9,0
	2	5220546	26440339	44	1300-1310,3	10
	3	5228343	2644237	47	1349-1359,6	0
	4	5228357	26437065	48	1352-1363,5	0

1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
	5	5228873	26439824	45	1309-1339,8	1
	6	5225245	26439637	47	1283-1291,6	8
	7	5228211	26440983	44	1330-1336,7	0
	8	5224208	26437992	42	1282-1291,2	9
	9	5224607	26435702	47	1330-1339,4	0
	10	5222008	26436901	51	1318-1328,3	
	11	5222006	26443207	47	1342-1351,3	
	12	5224807	26442113	48	1310-1318,2	
	13	5226603	26439507	44	1296-1303,9	
25	1	5221980	26442582	45	1282-1291,7	9,7
	2	5222301	26444507	44	1300-1310,3	10,3
	3	5225282	26446682	47	1349-1359,6	0
	4	5229996	26446757	48	1352-1363,5	0
	5	5222703	26446082	45	1329-1339,8	1,0
	6	5222504	26439855	47	1283-1291,6	8,6
	7	5223998	26435876	44	1330-1336,7	0
	8	5221203	26440825	42	1282-1291,2	9,2
	9	5219878	26440452	47	1330-1339,4	0
	10	5219901	26442987	51	1318-1328,3	8,2
	11	5226445	26442991	47	1342-1351,3	0
	12	5225285	26440183	48	1310-1318,2	1,0
	13	5222455	26438566	44	1296-1303,9	6,0

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. *Амманиязов К.Н., Игібай Қ.Ж., Черкешова С.М.* Мұнай-газ кендерінің кәсіпшілігінің геологиясы. Алматы: Кітап, 2001.
2. *Брод И.О., Еременко Н.А.* Основы геологии нефти и газа. М.: Гостоптехиздат, 1957.
3. *Губкин И.М.* Учение о нефти. М.: Гостоптехиздат, 1937.
4. *Еременко Н.А.* Геология нефти и газа. М: Недра, 1968.
5. *Жолтаев Г.Ж.* Структурные карты и карты толщин. Метод. руководство. Алматы, 1990.
6. *Жданов М.А.* Нефтегазопромисловая геология. М.: ГосНТИ, 1962.
7. *Жданов М.А., Гординский Е.В.* Основы промышленной геологии газа и нефти. М.: Недра, 1966.
8. *Жұмағалиев Т.Н., Сейітов Н., Есқожа Б.А., Шұдабаев К.С., Жұмағалиев Б.Т.* Мұнай және газ геологиясы терминдерінің түсіндірме сөздігі. Алматы: АРНgroup баспа-полиграфиялық кешені. 2000.
9. *Иванова М.М., Чоловский И.П.* Нефтегазопромисловая геология и геологические основы разработки месторождений нефти и газа. М.: Недра, 1985.
10. *Искендеров М.А.* Нефтепромысловая геология и разработка нефтяных месторождений. Баку: Азнефтеиздат, 1956.
11. Краткий русско-казахский словарь. Под редакцией Ш.Ш.Сарыбаева. Алматы: Казахская энциклопедия, 1993.
12. Казахско-русский терминологический словарь. Геология, геодезия и география. Алматы: Рауан, 2000.
13. Қазақстанның мұнай энциклопедиясы. 1-т. Н.Сейітовтің редакциясында. Алматы, 2005.
14. *Максимов М.И.* Геологические основы разработки нефтяных месторождений. М.: Недра, 1975.
15. *Маташев М.М.* Геологические основы оптимального использования надсолевой нефти Прикаспийской впадины. Алматы: Наука Казахстана, 1978.
16. *Маташев М.М., Хабибуллаев Р.Х.* Қазақстан мұнай-газ өнеркәсібіне 80 жыл. Алматы. Известия, АН КазССР. Серия геологическая. №5. 1991.
17. *Маташев М.М.* Қара алтын қазынасы. Алматы: Қазақстан, 1972.
18. *Нұрсұлтанов Ф., Абайұлданов Қ.Н.* Мұнай және газды өндіріп, өндеу. Алматы: Өлке, 2000.
19. Русско-казахский словарь. Т 1. Под ред. Г.Г.Мусабаева. Алматы: Главная редакция Казсовэнциклопедии, 1978.

20. Русско-казахский словарь. Т 2. Под ред. Н.Т.Сауранбаева. Алматы: Главная редакц. Казсовэнциклопедии, 1981.
21. Сапарбаев К., Нүсіпбаев Т. Орысша-қазақша геологиялық түсіндірме сөздік. Алматы: Қазақ университеті, 1991.
22. Сейітов Н., Абдулин А. Геология терминдерінің сөздігі. Алматы: Қазақстан, 1996.
23. Сейітов Н., Қунаев М. Мұнай және газ геологиясы танымдық және кәсіптік-технологиялық терминдерінің түсіндірме сөздігі. Алматы: Зерде, 2003.
24. Словарь по геологии нефти и газа. М.: Недра, 1988.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ.....	3
1. ҚАЗАҚСТАННЫҢ МҰНАЙ-ГАЗ ӨНЕРКӘСІБІНІҢ ДАМУ ТАРИХЫНА ҚЫСҚАША ШОЛУ.....	4
2. МҰНАЙ МЕН ГАЗ ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ МАҒЛҰМАТТАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ КЕНОРЫНДАРЫН ЗЕРТТЕУДІҢ ЖАЛПЫЛАМА МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	15
2.1. Мұнай білінімдері мен кенорындарының анықталу және зерттелу тарихы.....	15
2.2. Мұнайдың жаралу жолдары жайлы жорамалдар мен болжамдар.....	21
2.3. Мұнай мен газ кенорындарын іздеу және барлау кезеңдері	29
2.4. Мұнай-газ кенорындарын іздеу-барлау жұмыстары барысында жүргізілетін геофизикалық және геохимиялық зерттеу әдістері.....	31
2.5. Мұнай-газ кенорындарын барлаудың ұңғыма бұрғылау әдістері. Ұңғыма түрлері	37
2.6. Бұрғылау түрлері және бұрғылау жарақтары. Ұңғымадан тасбаған (керн) алу.. ..	42
2.7. Бұрғылау ұңғымасының орнын белгілеу және бұрғылауға тапсыру.....	46
3. ҰҢҒЫМА ОҚПАНЫ ҚИМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ ӘДІСТЕРІ.....	54
3.1. Ұңғыма бұрғылау барысын геологиялық бақылау.....	54
3.2. Бұрғылау ерітіндісінің сапасын қамтамасыз ету, ұңғыма оқпанын жуғыштап тазарту, бұрғылау қиындықтарымен күресу әдістері.....	55
3.3. Ұңғыма бұрғылау барысында ұңғыма оқпанынан тасбаған (керн) алу және оны зерттеу әдістері.....	58
3.4. Ұңғыманы бұрғылау барысында алынатын таужыныстарды зерттеудің өзге де әдістері.....	69
3.5. Ұңғыма оқпандары аршыған қималарды өнеркәсіптік- геофизикалық зерттеу (каротаж) әдістері.....	73
3.6. Каротаждық зерттеу нәтижелерін геологиялық зерттеу қорытындыларымен сәйкестендіріп өңдеу.....	78
3.7. Ұңғыма оқпандары аршыған таужыныс қабаттарының қимасын тұрғызу.....	81

4. БҰРҒЫЛАУ ҰҢҒИМАЛАРЫНАН АЛЫНҒАН МАҒЛҰМАТТАРДЫ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ӨНДЕУ.....	87
4.1. Мұнай, газ, конденсат кенорындарының жер қойнауында орналасу ерекшеліктері.....	87
4.2. Ұңғыма окпаны қималарын өзара сәйкестендіру.....	91
4.3. Қалыпты және типтік қималар тұрғызу.....	93
4.4. Геологиялық кескін тұрғызу.....	96
4.5. Құрылымдық карталар құрастыру.....	100
4.6. Жерасты қойнауқаттарының (горизонттарының) қалыңдық картасы мен су-мұнай жапсарының картасын құрастыру.....	107
4.7. Құрылымдық картаны өндірісте пайдалану мысалдары.....	109
5. КЕНОРЫНДАР ҚҰРАЙТЫН ТАУЖЫНЫСТАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ МЕН БАСТЫ-БАСТЫ СИПАТТАРЫ.....	111
5.1. Жалпылама түсініктер.....	111
5.2. Өнімді горизонттардың кеуектілігіне қатысты мәселелер.....	112
5.3. Өнімді горизонттардың жарықшақтылығы.....	116
5.4. Өнімді горизонттардың өтімділігі.....	118
5.5. Жинауыштарды жіктемелеу принциптері. Жинауыш таужыныстардың әртектілігі.....	121
5.6. Жинауыш таужыныстардың кеуектілік және өтімділік карталары.....	123
6. МҰНАЙ, ГАЗ ЖӘНЕ ҚОЙНАУҚАТТЫҚ СУ ГОРИЗОНТТАРЫ ОРНАЛАСУЫНЫҢ ТАБИҒИ ЗАНДЫЛЫҚТАРЫ, ОЛАРДЫҢ КЕЙБІР ФИЗИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....	126
6.1. Флюидтердің жер қойнауында орналасу реті. Байламды су жайлы түсінік. Қойнау флюидтерінің жер беті жағдайындағы өзгерісері.....	126
6.2. Көмірсутекті газдар, олардың кейбір физикалық қасиеттері.....	127
6.3. Мұнай және оның кейбір физика-химиялық қасиеттері.....	133
6.4. Мұнайларды топтастыру және жіктемелеу.....	136
6.5. Мұнай-газ кенорындарының сулары және олардың физикалық қасиеттері мен химиялық құрамы.....	140
6.6. Мұнай және газ кенорындары суларының жіктемесі.....	144
6.7. Қойнауқаттық флюид жатындарының жапсарлары, оларды анықтаудың мұнай-газ өндірісіндегі маңызы.....	148

7. МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ ЖАТЫНДАРЫНЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ.....	153
7.1. Қойнауқаттық қысым және оның түрлері. Изобаралар картасы.....	153
7.2. Қойнауқаттар температурасы.....	160
7.3. Мұнайлы қойнауқат режимдері.....	164
7.4. Газды қойнауқат режимдері.....	172
8. МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ КЕНОРЫНДАРЫН ИГЕРУДІ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ ШАРАЛАРЫ.....	176
8.1. Кенорынды одан тұрақты өнім алуға дайындау барысында ұңғымада жүргізілетін іс-шаралар.....	176
8.2. Ұңғыманы одан мұнай және газ қорларын өндіруге дайындау.....	181
8.3. Мұнай мен газ ұңғымаларын игеру технологиясының кейбір өзекті мәселелері.....	185
8.4. Мұнай, газ, жерасты суы дебиттерін өлшеу және өндірілген өнімді есепке алу.....	186
8.5. Мұнай ұңғымаларын зерттеу.....	188
8.6. Арнаулы ұңғымаларды зерттеу.....	191
9. МҰНАЙ ӨНДІРУДІҢ НЕГІЗГІ ӘДІСТЕРІ.....	195
9.1. Мұнай қорын игеру әдістері.....	195
9.2. Мұнай өндірудің бұрқақтық әдісі.....	197
9.3. Мұнай өндірудің компрессорлық әдісі.....	200
9.4. Мұнай өндірудің тереңдік сорабы әдісі.....	201
9.5. Мұнай өндірудің бейілкі әдістері.....	203
10. МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ КЕНОРЫНДАРЫНЫҢ ҚОРЛАРЫН ЕСЕПТЕУ.....	210
10.1. Жалпылама түсініктер.....	210
10.2. Мұнай (газ, конденсат) кенорындары қорларының түрлері.....	211
10.3. Қорлардың категориялары.....	213
10.4. Мұнай қорларын есептеу әдістері.....	219
10.5. Газ қорларын есептеу әдістері.....	230
11. МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ КЕНОРЫНДАРЫН ИГЕРУДІҢ ӨНДІРИСТІК-ГЕОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ.....	238
11.1. Мұнай және газ кенорындарын тиімді игерудің жалпылама мәселелері.....	238
11.2. Игеру жүйелерін топтастыру.....	239
11.3. Мұнай кенорындарын игерудің жалпылама мәселелері.....	242

11.4. Жекелеген мұнайлы горизонтты игерудің негізгі элементтері.....	245
11.5. Мұнай-газ кенорындарын игеру жобаларының орындалу көрсеткіштерін талдау	250
11.6. Мұнай-газ кенорындарын игеру жұмыстарының қорытындысына қысқаша шолу.....	252
11.7. Мұнай жатындарын тиімді игеру жобаларына сәйкес орындалатын іс-шаралар.....	254
11.8. Газ кенорындарын, газды-конденсатты кенорындар мен және теңіз табанындағы мұнай кенорындарын игеру ерекшеліктері.....	259
12. МҰНАЙ-ГАЗ КЕНОРЫНДАРЫН ИГЕРУ	
БАРЫСЫНДА ҚОРШАҒАН ОРТА МЕН ЖЕР ҚОЙНАУЫН ҚОРҒАУ ЕРЕЖЕЛЕРІ.....	268
12.1. Мұнай-газ кенорындарын игеруге байланысты қоршаған орта мен жер қойнауын қорғау міндеттері.....	268
12.2. Мұнай-газ кәсіпшіліктерінде жер қойнауын қорғау ережелері.....	269
12.3. Мұнай-газ кәсіпшіліктерінде қоршаған ортаны қорғаудың экологиялық проблемалары.....	276
12.4. Мұнай-газ кәсіпшілігінде геологиялық қызметті ұйымдастырудың мақсат-мүдделері мен басты-басты бағыттары.....	280
Қосымша.....	287
ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....	311

Оқулық басылым

Маташев Мәжит Маташұлы

Сейітов Нәсіпқали

Жолтаев Герой Жолтайұлы

МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ КӘСІПШІЛІГІ ГЕОЛОГИЯСЫНЫҢ НЕГІЗДЕРІ

Оқулық

РБ меңгерушісі	<i>З.А.Фұбайдулина</i>
Редакторлар	<i>К.Мүптекеқызы</i> <i>А. Балхашева</i> <i>Т. Жүсіп</i>
Техн. редакторы	<i>Ж.Н.Байменова</i>
Компьютерде терген және беттеген	<i>А.А. Сегізбаева</i>

Басуға 11.06.2008 ж. қол қойылды.

Пішімі 60x84, 1/16. № 1 баспаханалық қағаз.

Шартты б.т. 19,8. Есепті б.т. 20,0. Таралымы 500 дана.

Тапсырыс № 151. Бағасы келісімді.

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университетінің басылымы, ҚазҰТУ-дың Ғылыми-техникалық баспа орталығы. Алматы, Ладыгин көшесі, 32