

Қарағанды техникалық университеті

ӘОЖ 622.324.5қаз

Қолжазба құқығында

РАБАТҰЛЫ МҰХАММЕДРАХЫМ

**Көлбеу бағытталған ұңғымаларды бұрғылау кезінде көмір қабаттарының
газ бөлу тиімділігін арттыру**

6D070700 – Тау – кен ісі

Философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесшілер
техникалық ғылымдарының докторы,
профессор
Дрижд Н.А.

техникалық ғылымдарының кандидаты,
доцент
Хайдина М.П.
(Мәскеу)

Қазақстан Республикасы
Қарағанды, 2020

МАЗМҰНЫ

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР.....	4
АНЫҚТАМАЛАР.....	5
БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚARTУЛАР.....	6
КІРІСПЕ.....	7
1. КӨМІР ҚАБАТТАРЫНАН МЕТАН АЛУ МӘСЕЛЕСІНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ.....	11
1.1 Көмір қабаттарының метаны және оны өндірудің мәселелері.....	11
1.2 Көмір қабаттарынан метан газын алудың отандық тәжірибесі.....	13
1.3 Көмір қабаттарынан метан газын алудың шетелдік тәжірибелері.....	16
1.3.1 Аустралияда көмір қабаттар метанын өндіру тәжірибесі.....	17
1.3.2 Ұлыбританияда көмір қабаттар метанын өндіру тәжірибесі.....	18
1.3.3 Үндістанда көмір қабаттар метанын өндіру тәжірибесі.....	19
1.3.4 Индонезияда көмір қабаттар метанын өндіру тәжірибесі.....	22
1.3.5 Канадада көмір қабаттар метанын өндіру тәжірибесі.....	23
1.3.6 ҚХР-да көмір қабаттар метанын өндіру тәжірибесі.....	24
1.3.7 Ресейде көмір қабаттар метанын өндіру тәжірибесі.....	27
1.3.8 АҚШ-та көмір қабаттар метанын өндіру тәжірибесі.....	29
1.4 Қарағанды бассейнінің метан қорларын бағалау.....	32
1.5 Бірінші тарау бойынша қорытындылар.....	36
2. ШЕРУБАЙНҰРА ТЕЛІМІНДЕ МЕТАН ӨНДІРУ ҮШІН КӨМІР ҚАБАТТАРЫНАН ГАЗ БӨЛУДІ ҚАРҚЫНДАТУ ӘДІСТЕРІНІҢ ҒЫЛЫМИ-ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗДЕМЕСІ.....	38
2.1 Шерубайнұра телімінде эксперименттік жұмыстарды жүргізу шарттарының тау-кен-геологиялық негіздемесі және бұрын жүргізілген зерттеулердің нәтижелерін талдау.....	38
2.1.1 Қабаттарының газдылығына бұрын жүргізілген зерттеулерді талдау..	39
2.2 Қабат сынаушының көмегімен көмір қабаттарының газ-гидродинамикалық сипаттамаларын зерттеу.....	40
2.2.1 Көмір қабаттарының сіңіру қабілеті.....	46
2.3 Жанас жыныстардың газдылығы.....	49
2.4 Қабаттық жағдайларда өткізгіштігін бағалау үшін ұңғымадағы көмір қабаттарды және қабаттық қысымды қалпына келтіру қисығы әдісімен сынау.....	49
2.5 Екінші тарау бойынша қорытындылар.....	56
3. ГАЗ БӨЛУДІ АРТТЫРУ ӘДІСТЕРІНІҢ ТӘЖІРИБЕЛІК-ӨНЕРКӘСІПТІК СЫНАҚТАРЫНЫҢ НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ ТӘСІЛДІ ОҢТАЙЛАНДЫРУ БОЙЫНША ҰСЫНЫСТАР ӘЗІРЛЕУ.....	57
3.1 Көмір қабаттарының газ бөлуін қарқындату әдістері мен тәсілдеріне шолу.....	57
3.2 Пайдалану ұңғымаларының құрылмалары.....	60
3.3 Көлбеу-бағытталған және көлденең ұңғымалардың құрылысы.....	62

3.4 Құрылмасы күрделі ұңғымалардың құрылысы.....	64
3.5 Ұңғымаларды шегендеу.....	66
3.6 Телімде іздеу-бағалау ұңғымаларының құрылысының тәжірибесі.....	68
3.7 Шерубайнұра телімінде бұрын бұрғыланған ұңғымалардың газ бөлуін арттырудың техникалық-экономикалық негіздемесі.....	69
3.8 Бұрғылау ерітінділері.....	72
3.8.1 Ұңғымалардың бағыты, кондукторы және пайдалану бағаны бойынша бұрғылау параметрлері.....	72
3.8.2 Бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын таңдауды негіздеу.....	73
3.8.3 Бұрғылау ерітіндісін дайындау интервалы мен көлемі.....	73
3.9 Эксперименттің әдіснамасы және оны дайындау.....	75
3.9.1 Бұрғылау ерітіндісін дайындау.....	76
3.9.2 Саз қыртыстарын жою бойынша қышқыл ерітінділерді сынау.....	79
3.9.3 Нәтижелерді талқылау.....	80
3.10 Шерубайнұра теліміндегі ұңғымалардың құрылмасын таңдау.....	85
3.11 Үшінші тарау бойынша қорытындылар.....	87
4. КӨЛБЕУ БАҒЫТТАЛҒАН ҰҢҒЫМАЛАРДЫ БҰРҒЫЛАУ КЕЗІНДЕГІ КӨМІР ҚАБАТТАРЫНЫҢ ГАЗ БӨЛУІНУІН АРТТЫРУ ЖӘНЕ ӨНДІРІС БОЙЫНША ҰСЫНЫСТАР.....	88
4.1. Ұңғымаларды қарқындату бойынша ұсыныстар.....	88
4.2 Қабатты гидро жару технологиясын оңтайландыру бойынша ұсыныстар.....	91
4.3 Ұңғымаларды геофизикалық зерттеу кешенімен телімді одан әрі зерделеуге ұсыныстар.....	98
4.4 Микроимиджерлермен одан әрі зерттеу бойынша ұсыныстар.....	99
4.5 Геомеханикалық зерттеулер бойынша ұсыныстар.....	100
4.6 Бұрғылаудың сынамалық бағдарламасы бойынша ұсыныстар.....	102
4.7 Көлбеу бағытталған ұңғымаларды бұрғылауды таңдаудың негіздемесі.	104
4.8 Ұйымдастырушылық-техникалық іс-шаралардың тиімділігін бағалау...	108
4.9 Тік және көлбеу бағытталған ұңғымаларды пайдалана отырып, көмір қабаттар метанын өндіру кезінде технологияларды пайдаланудың техникалық-экономикалық негіздемесі.....	110
4.10 Төртінші тарау бойынша қорытындылар.....	115
ҚОРЫТЫНДЫ.....	117
ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....	118
ҚОСЫМШАЛАР.....	124

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Диссертациялық жұмыста келесідей мемлекеттік үлгіқалыптарға сілтемелер жасалды:

МЕСТ 5542-2014. Өнеркәсіптік және коммуналдық мақсаттағы табиғи жанғыш газдар.

МЕСТ 632-57. Шегендеу құбырлары және оларға муфталар.

МЕСТ 857-95. Техникалық синтетикалық тұз қышқылы. Техникалық шарттар (түзетумен).

АНЫҚТАМАЛАР

Осы диссертацияда тиісті анықтамалармен келесі терминдер қолданылады:

Газ өткізгіштігі – гидростатикалық қысым кезінде көмірдің газды өзі арқылы өткізу қабілетін сипаттайтын ең маңызды параметр, бұл көмірден газды шығару мүмкіндігін анықтайды. Газ өткізгіштігі дарси бірлігімен (Д) көрсетіледі.

Геологиялық-кәсіптік зерттеулер – көмір қабаттары, көмірдің сапалық сипаттамасы, газдылығы, сіңіру метан сыйымдылығы, газ өткізгіштігі, көмірдің газы зертханалық әдістермен сынамалы ұңғымалардың жынысөзегі бойынша алуға бағытталған.

Қабатты гидро жару – сұйықтықтың қабатқа бірнеше рет сықау қарқынымен сипатталатын технологиялық үдеріс, оның мөлшері қабаттың табиғи сыйымдылығы мен өткізгіштігінен асып түседі, бұл барлық жарықшақтардың ашылуы мен кеңейтілуі және көмірдің газ бөлінуінің ұлғаюымен сүйемелденеді. Сықау қарқынының өсуімен қысым, қабаттың жарылуы үшін жеткілікті шамаға дейін өседі. Қабат жарылғаннан кейін, жарықшақтың бірнеше есе өсуі салдарынан қысым төмендейді.

Тәжірибелік-өнеркәсіптік ұңғыма – тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтарға және ақыр соңында көмірден метанның бөлінуін анықтауға арналған үлкен диаметрлі ұңғыма.

Тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтар – тәжірибелік-өнеркәсіптік жұмыстардың негізінде белгілі бір нәтижеге қол жеткізу мақсатында орындалған эксперименталдық жұмыстардың жиынтығы.

Табиғи метандылығы – табиғи жағдайлардағы көмір массасы бірлігіндегі метанның көлемі, $\text{м}^3/\text{т}$ көмір.

Көмірдің сіңіру сипаттамасы – қабаттың жер қойнауында болуы жағдайында, көмірдің сыйымдылығы мен сүзу қасиеттерімен анықталатын метанның белгілі бір мөлшерін ұстап тұру қабілеті: жалпы кеуектілігі, жарықшақтығы, петрографиялық құрамы және т.б.

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

КҚМ	– көмір қабаттарының метаны
млн., млрд., трлн.	– сәйкесінше миллион, миллиард және триллион
$\text{м}^3/\text{мин}$	– текше метр минутына
$\text{м}^3/\text{т}$	– текше метр тоннасына
ССҚ	– сүзу-сыйымдылық қасиеттері
ҚҚКҚ	– қысымды қалпына келтіру қисығы
МДС	– модульдік динамикалық сынаушы
ҚГЖ	– қабатты гидро жару
ГАК	– газды алу коэффициенті
ТЭК	– техникалық-экономикалық көрсеткіштер
СЖК	– сынау жабдықтарының кешені
ҰГЗ	– ұңғымаларды геофизикалық зерттеу
ГДЗ	– гидродинамикалық зерттеу
СКЖ	– сынақ құралдарының жиынтығы
ҚҚС	– қабаттарды құбырлы сынаушылар
$P_{\text{шаю с.}}$	– шаю сұйықтығының қысымы, Па
$P_{\text{кенж.}}$	– кенжар қысымы, МПа
$P_{\text{қаб.}}$	– қабаттық қысым, МПа
$H_{\text{ст.}}$	– ұңғымадағы сұйықтықтың статикалық деңгейі, м
$Q_{\text{макс.}}$	– ұңғымадағы судың максималды дебиті, $\text{м}^3/\text{тәу}$
$Q_{\text{мин.}}$	– ұңғымадағы судың минималды дебиті, $\text{м}^3/\text{тәу}$
$Q_{\text{орт.}}$	– ұңғымадағы судың орташа дебиті, $\text{м}^3/\text{тәу}$
$K_{\text{ф.}}$	– сүзу коэффициенті, м/тәу
$K_{\text{ф.м.}}$	– су өткізгіштік, $\text{м}^3/\text{тәу}$
$T_{\text{кенж.}}$	– кенжардың температурасы, °С
$K_{\text{өтк.}}$	– өткізгіштік коэффициенті, мД
ИСКҚ	– иілгіш сорғы-компрессорлық құбырлар
ҚӨ	– қышқылмен өңдеу

КІРІСПЕ

Елдің отын-энергетикалық кешенін дамытудың өзекті бағыты энергетикалық шикізаттың дәстүрлі емес көздерін зерттеу болып табылады, олардың ішінде ең маңыздыларының бірі көмір қабаттарының метаны. Бұл әлемдегі танымал дәстүрлі емес жанғыш газдардың ең қол жетімді, салыстырмалы түрде арзан және экологиялық таза көзі.

Метан «жасыл экономикаға» көшуге байланысты отын-энергетика саласында сұранысқа ие болды. Қазақстанда метан газын өнеркәсіптік өндіру, тиімді әсері бар отын-энергетика саласын құруға және дамытуға қызмет етеді. Метанды электр энергиясын өндіру үшін, тұрмыстық мақсатта, автокөлік үшін отын ретінде, металлургия және химия салаларында пайдалануға болады. Сондай-ақ қоршаған ортаға метан шығарындыларын азайту есебінен экологиялық жағдай жақсарады. Қарағанды көмір бассейні ТМД елдеріндегі көмір бассейндері арасында ең газды болып табылады. ҚР-ның «жасыл экономикаға» көшу тұжырымдамасы Қазақстанның бірінші президенті Нұрсұлтан Әбішұлы Назарбаевтың 2013 жылғы 30 мамырдағы жарлығымен бекітілді. Оны іске асыру 2013-2020 жылдарға есептелген [1]. Шахталардағы газдылықты төмендету және метанның бай қоймаларын елдің қажеттіліктеріне пайдалану үшін энергетика министрлігі ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-құрылымдық жұмыстарға қаржы бөле отырып, Қарағанды бассейнінің көмір қабаттарының метанын барлау мен өндіруді ұйымдастыру жөніндегі іс-шаралар жоспарын бекітті. ҚР Үкіметінің №1275 05.12.2014 «Қазақстан Республикасының газ секторын дамытудың 2030 жылға дейінгі тұжырымдамасын» бекіту туралы қаулысына сәйкес көмір бассейнінің тарихында алғаш рет Шерубайнұра телімінде тәжірибелік-өнеркәсіптік жұмыстардың едәуір көлемі орындалды.

Көмір қабаттарының метанының құрылымдық-геологиялық ерекшеліктері дәстүрлі кен орындарынан ерекшеленеді, оларда газ қабаттасатын жыныстардың коллекторында қысым астында болады. Сонымен қатар, жарықшақтар мен көмір қабаттарында метаны «бос» түрінде әдетте 10%-ға дейін ғана болады. КҚМ-ның негізгі көлемі көмірдің микрокеуекті құрылымында сіңірілген күйде болады.

Жоғарыда аталған ерекшеліктерге байланысты, ресурс ретінде метанды өндіру туралы сөз болғанда, оны алу, әдетте, мұнай мен газды дәстүрлі емес өндіру көлемі өсіп келе жатқан көмір қабаттардың гидро жаруы сияқты газ бөлуді қарқындату технологияларын қолдану арқылы жүзеге асырылады. Жоғары қысымды көмір қабаттарына жару сұйықтық пен «проппант» құйылады. Технология, тұтастай алғанда, көмірдегі жарықшақтарды кеңейтуден және табиғи жарықшақтар желілері арасындағы, сондай-ақ осы желілер мен өндіру ұңғымалары арасындағы байланыстарды ұлғайтудан тұрады. КҚМ өзі жоғары қысыммен ұсталмайтындықтан, жер асты гидростатикалық қысымын төмендету үшін жер асты суларының едәуір көлемін жер бетіне шығарып, оларды алып тастау арқылы қамтамасыз етіледі,

бұл кезде метан-көмірден бөліне бастайды. Осыдан кейін метан жарықшақтар арқылы пайдалану ұңғымаларының желісіне түседі. Табиғи газды дәстүрлі өндіруден айырмашылығы, газдың бөлінуі бастапқыда жоғары, содан кейін сулану өскен сайын біртіндеп төмендейді, су қабатындағы су мөлшері КҚМ-мен салыстырғанда бастапқыда үлкен, бірақ уақыт өте келе метан өндіру көлемі өскен сайын азаяды.

КҚМ өндірудің экономикалық орындылығы бірқатар факторларға байланысты. Олардың кейбіреулері көмір кен орнының ерекше сипаттамаларына, оның ішінде газдылығына, қабаттың қалыңдығы мен тереңдігіне, өткізгіштігіне, сондай-ақ судың химиялық құрамына және оны жою көлеміне тікелей байланысты.

Басқа факторлар құбыр арқылы әлеуетті нарықтарға жеткізу мүмкіндігі немесе сығымдалған табиғи газ не сұйытылған табиғи газ түрінде, сондай-ақ табиғи газ сияқты отынның бәсекелес түрлерінің болуы және олардың бағасының әсер етуі болып табылады.

Газдылық көмірдің маркасына немесе сұрпына тікелей байланысты: лигнитте ол салыстырмалы түрде төмен, суббитумнозды және битуминозды көмірде сәйкесінше жоғары, ал антрацит үшін ең жоғары. Осы тәуелділікке сәйкес, АҚШ көміріндегі КҚМ-ның орташа құрамы, мысалы, көмір тоннасына шамамен 2,8-22,6 м³ ауқымында болады. Басқа жағдайларға байланысты АҚШ-тағы тиімділіктің төменгі шегі шамамен 3,5-11,3 м³/т аралығында ауытқиды, бұл ретте пайдалылықты қамтамасыз ету тұрғысынан базистік бағдар кейде 7,0 м³/т көрсеткіш болып саналады. Алайда, сығылу дәрежесі бойынша жоғарғы тізімді алатын антрацит жоғары тығыздыққа ие, сондықтан өткізгіштігі өте төмен, бұл оның үзілуін қиындатады. Осылайша, КҚМ кен орындарын өндіру үшін көмірдің ең қолайлы сұрыптары, әдетте, жоғарыда көрсетілген ауқымының ортасында орналасқан.

Өзге де тең жағдайлар кезінде, қуаты жоғары көмір қабаттары жұқаларына қарағанда экономикалық тұрғыдан келешекті болып табылады. Бұл ретте, жекелеген көмір қабаттарының қалыңдығы 1 м-ден кем болмауы тиіс, коммерциялық/өнеркәсіптік көзқарастың ең төменгі рұқсат етілген шарты бірінен кейін бірі орналасқан көмір қабаттары қуаты 10 м-ден кем болмауы, ал оңтайлы қуаты 25 м-ден астам болып табылады. Сол сияқты, жер бетіне жақын орналасқан кен орындары экономикалық тұрғыдан келешекті. Терең емес орналасқан кен орындарын, сондай-ақ бұрғылау тығыздығы жоғары болған кезде бұрғылау құны төмен болады. Сонымен қатар, тереңдік өткізгіштікке әсер етеді: едәуір тереңдіктегі жоғары қысым, әдетте, көмір матрицасының ішіндегі ашық кеңістікті азайтады оны алу кезінде газ ағынының өткізгіштігі мен қарқындылығын төмендетеді. Осыған байланысты, КҚМ оңтайлы өндіру үшін, әдетте, 1500 м тереңдікте орналасқан көмір қабаттарды игеру тиімді табылады.

Дәстүрлі мұнай мен газды өндіруден айырмашылығы, КҚМ-ны өндіру судың үлкен көлемін шығарып алмай мүмкін емес. АҚШ-тағы Паудер өзенінің бассейні сияқты кейбір формацияларда ілеспе су ауыз су болып табылады және оны ауыл шаруашылығында қолдануға болады немесе тікелей ағынды суларға

төгуге болады. Алайда, көбінесе ілеспе суда әртүрлі минералды тұздар, химиялық заттар, кейде ауыр металдар мен радионуклидтер болады. Мұндай жағдайларда қоршаған ортаға теріс әсерді азайту үшін кәдеге жарату стратегиясы қажет. Осылайша, көмір қабаттарындағы судың жоғары мөлшері өндірудің экономикалық көрінісіне әсер етеді, өйткені бұл шығындардың өсуін және газдылықтың төмендеуін білдіреді.

Үш (Ш5, Ш6, Ш7) геологиялық барлау, бес (Ш1, Ш2, Ш3, Ш4, Ш8) іздеу-бағалау және үш (Ш9, Ш10, Ш11) тәжірибелік-өнеркәсіптік ұңғымаларда әртүрлі әдістермен көмір қабаттарының газ бөлуін қарқындату бойынша жұмыстар жүргізілді. Бастапқы кезеңде метанның алғашқы ағындары алынды және 180 мың текше метрден астам газ шығарылды. Таңдалған жынысөзек үлгілері бойынша ҚХР, Польша және АҚШ-тың жетекші зертханаларында зерттеулер жүргізілді және көмір қабаттарының геологиялық-кәсіпшілік сипаттамалары алынды. Шерубайнұра телімінің көмірінің сипаттамалары АҚШ-тың ең ірі жылына 1,5 миллиард текше метр газ өндірілетін Black Warrior кен орнына ұқсас болып шықты. Бұл алғашқы рет алынған маңызды нәтижелерінің бірі болып табылады [2].

Шерубайнұра телімінде көмір қабаттарынан газ бөлінуін арттыру бойынша айтарлықтай жүргізілген жұмыс тәжірибесіне қарамастан, газдылықты қалыпты азайтуға мүмкіндік жоқ, бұл тау-кен жұмыстарын жүргізу қауіпсіздігі үшін маңызды болып табылады. Тау-кен жұмыстары тереңдеген сайын көмір шахталарын алдын ала газсыздандыру тиімділігі төмендейді және осылайша, еңбек қауіпсіздігінің төмендеуіне алып келеді.

Қарағанды бассейнінде тау-кен жұмыстарын жүргізудің қазіргі тереңдіктерінде көмір қабаттары іс жүзінде нөлдік газ өткізбеушілікке ие, осыдан төмен газ бөлінуі бар, бұл көмір қабаттарынан метан өндіруді дамытудың негізгі тежеуші факторы болып табылады. Бұл жағдайларда көмір қабатына әсер етудің тиімді әдістері мен технологияларын әзірлеу, оларды өңдеу және газдың өнеркәсіптік дебиттерін қамтамасыз ету алдында көмір саласы үшін өзекті міндет болып табылады, оны шешу үлкен ғылыми және практикалық қызығушылық тудырады.

Көмір қабаттары метанын өндірудің тиімділігін анықтау, сондай ақ қолжетімді мәліметтер негізінде КҚМ өндірудің ең нәтижелі технологияларын анықтау мақсатында Қарағанды бассейнінің Шерубайнұра телімінің шегінде сараптау жүргізілді.

Бұл диссертациялық жұмыс телімде алдында орындалған жұмыстарды талдауды да, осыған ұқсас кен орындарды өндіру кезіндегі халықаралық тәжірибені де қамтиды.

Жұмыстың соңында телімді одан әрі зерделеу бойынша Шерубайнұра және де Қарағанды бассейнінің көршілес телімдерін өндіру кезінде бастапқы деректердің шектеулілігіне байланысты, ағымдағы айқынсыздықтарды азайтуға мүмкіндік беретін ұсынымдар көрсетілген.

Жұмыс мақсаты. Көмір қабаттарының газ бөлінуін тиімді арттыру технологиясын әзірлеу үшін көлбеу бағытталған ұңғымаларда метан бөлінуінің

заңдылықтарын анықтау.

Жұмыс идеясы. Тұз қышқылы ерітіндісімен алдын ала әсер ету негізінде ұңғымалардың өнімділігін арттыру.

Зерттеу объектісі. Шерубайнұра телімінің төмен өткізгіш көмір қабаттарынан тұз қышқылының ерітіндісімен әсер ету кезінде метанды бөлу үдерісі.

Зерттеудің негізгі міндеттері:

- көмір кен орындарында метан өндірумен айналысатын елдерде көмір қабаттарынан метан алу көлемдеріне, олардың қорлары мен алу технологияларына талдау жүргізу;

- көмір кен орындарының тау-кен геологиялық параметрлерін және метан алу үшін көмір қабаттарының метан коллекторларының сипаттамаларын зерттеу;

- тұз қышқылының әртүрлі концентрацияларының әсері кезінде көмір қабатынан метанның бөліну дәрежесін бағалау.

- көлбеу бағытта бұрғылауды қолдана отырып, көмір қабаттарынан метан алуды күшейту технологиясын жасау. Көлбеу-бағытталған және тік ұңғымалардың жобалық шешімдерін салыстырмалы талдау.

Зерттеу әдістемесі. Жұмыстың мақсатына жету және зерттеу мәселелерін шешу үшін зертханалық жағдайда тәжірибелік әдістер қолданылды, содан кейін математикалық өңдеу жүргізілді.

Қорғауға шығарылатын негізгі ғылыми қағидалар:

- метанды алу үдерісінің басталу уақытының тұз қышқылының концентрациясына тәуелділігі кубтық регрессия түрінде болады;

- саз қабығының еру жылдамдығына және коррозиялық белсенділікке әсер ететін тұз қышқылының жұмыс концентрациясы анықталды.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы-саз қабығының бұзылу уақытының тұз қышқылының пайыздық мөлшеріне тәуелділігінің сипатын анықтау және өткізгіштігін жақсарту арқылы газ беруді орта есеппен 17-19%-ға арттыратын эмпирикалық көрсеткіштерді алу болып табылады.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы - көмір қабаттарынан газ бөлінуін күшейту тәсілін жасау.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, 4 бөлімнен және қорытындыдан, 123 беттен тұратын баспа мәтінінен тұрады, оның ішінде 81 сурет, 23 кесте, әдебиеттер тізімі және қосымшалар.

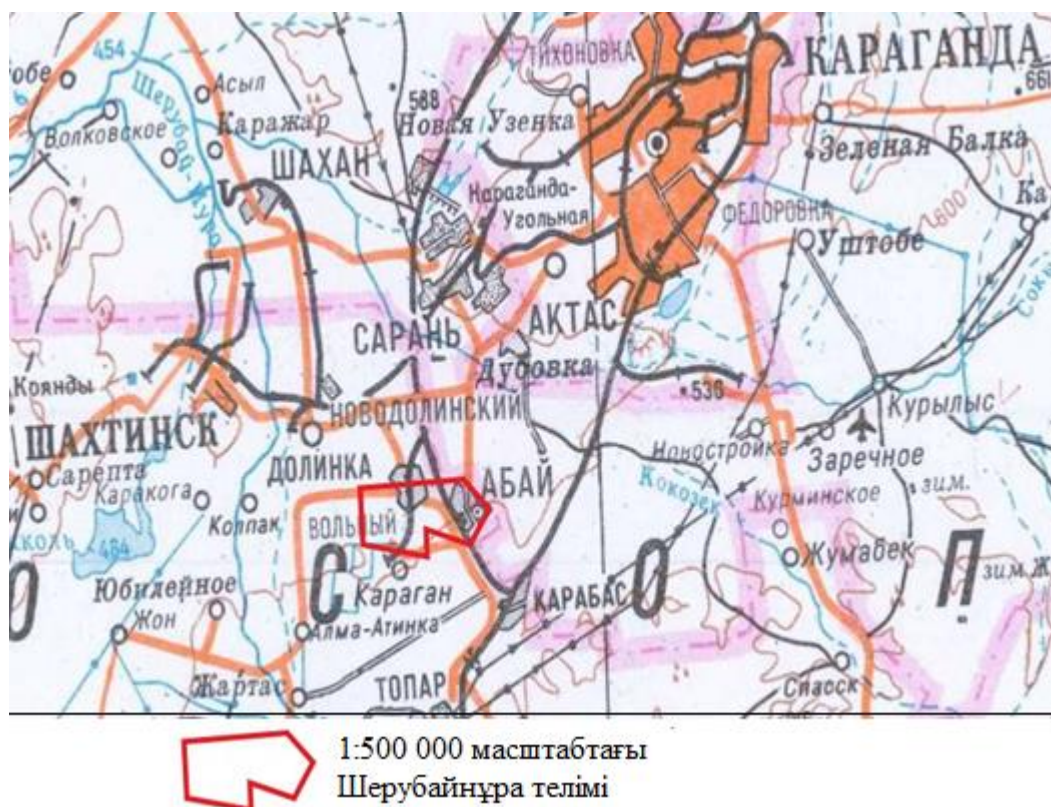
Автордың жеке үлесі. Докторант көмір қабаттарынан метан алу бойынша Шерубайнұра телімінің тәжірибелік-өнеркәсіптік жұмыстарына белсенді қатысты және алынған тәжірибе негізінде көмір қабаттарынан метанның газ бөліну тиімділігін арттыру технологиясын ұсынды және көмір кен орындарынан метан алу саласындағы жетекші мамандармен мақұлданды.

1 КӨМІР ҚАБАТТАРЫНАН МЕТАН АЛУ МӘСЕЛЕСІНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ

1.1 Көмір қабаттарының метаны және оны өндірудің мәселелері

Қазақстанның «жасыл» экономикасын дамыту тұжырымдамасы елдің отын-энергетикалық теңгерімін кеңейту мүмкіндіктерін іздеуді, оның ішінде экологиялық энергия тасымалдаушы ретінде табиғи газды неғұрлым кеңінен тартуды қамтиды және оны республиканың әлеуметтік-экономикалық кластерлерінің барлық салаларында барынша қолдану мүмкіндігіне бағытталған.

Отын-энергетикалық теңгерімді кеңейту мүмкіндіктерінің бірі Қарағанды бассейнінің көмір қабаттарынан табиғи газ (метан) өндіру болып табылады. Қазақстанның көмір кен орындары метанының болжамды қорлары 7 трлн. м³, ал Қарағанды көмір бассейнінің метан қорлары 1500 метр тереңдікке дейін 490,47 млрд. м³ құрайды. Көмір қабаттарынан метан өндіру (КҚМ) газ өндірудің дәстүрлі емес әдістеріне жатады және дәстүрлі өндірумен салыстырғанда алу тәсіліне жоғары техникалық және экономикалық талаптармен сипатталады. 1.1-суретте көрсетілгендей КҚМ өндіру бойынша сынамалы жоба ретінде Шерубайнұра көмір ауданы шахталарының өндірілген телімі таңдалды және бірқатар жұмыстар жүргізілді [3].



Сурет 1.1 – Шерубайнұра телімі

Табиғи газды барынша мүмкін және тиімді қолдану үшін ҚР Үкіметі Қазақстан Республикасының газ секторын дамытудың 2030 жылға дейінгі

тұжырымдамасында көмір қабаттарының метанын (КҚМ) «көгілдір отынның» баламалы және келешектегі түрі ретінде қарастырады. Сондай-ақ, газ секторын дамыту тұжырымдамасында Республика облыстарын газдандыру есебінен халықты табиғи газбен қамтамасыз етудің негізін қалаушы тезис болып табылады, атап айтқанда газдандыруды талап ететін басым облыстардың бірі Қарағанды және Ақмола облыстары болып табылады.

Метан парниктік газдарға жатады, ол көмір метаморфизмі үдерісінде, сондай-ақ оларды өндіру және өңдеу кезінде үздіксіз бөлінеді. Ілеспе минерал ретінде шахталық метан 40 жылдан астам уақыт бойы, негізінен шахталардың энергетикалық қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін қолданылады. Көмір қабаттарының метандарының тәуелсіз энергетикалық қоры ретінде энергетиктер өткен ғасырдың 70-жылдарынан бастап қарастыра бастады. Осылайша, көмір кен орындарын газсыздандыру мәселесінің үш қыры бар: тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін қамтамасыз ету, энергия тасымалдаушы ретінде метан өндіру, атмосфераға метан шығарындыларын азайту.

Шахталық метан қорларын анықтаудың бірыңғай сенімді әдістерінің болмауына байланысты оның қорлары туралы мәліметтер өте ерекшеленеді. Олардың мәні әлемнің негізгі көмір өндіруші елдерінде бір дереккөз бойынша 1.1-кестеде келтірілген.

Кесте 1.1 – Әлемнің негізгі көмір өндіруші елдеріндегі көмір қабаттарының метан қоры

Мемлекеттер	Көмірдің қоры, млрд.т	Шахталық метанның қоры, трлн. м ³
Ресей	6500	17-113
Қытай	4000	30-35
Канада	7000	5,7-76
Аустралия	1700	8,5-14,2
АҚШ	3900	11,3
Германия	320	2,8
Польша	160	2,8
Ұлыбритания	190	1,7
Украина	140	1,7
Қазақстан	170	1,1
ОАР, Зимбабве, Ботсвана	130	0,9
Үндістан	160	0,9

Көмірдегі метан-көмір бөлшектерінің бетінде сіңген күйде, сондай-ақ ағзадағы еріген көмір затында және жабық арналар мен кеуектерде еркін күйде болады. Көмір маркасына байланысты көмір қабаттарындағы газ-метанның орташа құрамы мынадай деректермен сипатталады:

Ұ - ұзын жалынды 0-5 маркалы.

Г - газ 5-15.

М - майлы 10-20.

К - кокстелетін 10-25.

Ж - жұтаң 10-30.

А - антрацит 15-35.

Көмірдегі газдың мөлшері қабаттардың жату тереңдігіне, көмір метаморфизмінің дәрежесіне, жату жағдайларына (құрылымына) және басқа да көптеген факторларға байланысты. Бірқатар зерттеулерге сәйкес, көмірдің табиғи метаналдылығының орташа мәні олар ұзын жалынды және газдан антрациттерге ауысқан кезде 8-10-нан 30-40-қа дейін артады, ал суперантрациттерде құрғақ күлсіз масса $0,3-0,5 \text{ м}^3/\text{т}$ ең төменгі мәндерге дейін күрт төмендейді. Көптеген қабаттардың газдылығы өндірілген көмірдің 20-60 $\text{м}^3/\text{т}$ құрайды. Жеке алынған қабаттағы метан сыйымдылығының өзгеруі оның пайда болу тереңдігінің өсуімен бастапқы кезеңде максималды өсу қарқынымен және 600-1000 м тереңдікке жеткенде баяу қарқынмен сипатталады, мұнда көмірдің газдылығы сіңіру сыйымдылыққа жетеді және тұрақтандырылады. Жанас жыныстардың газдылығының орташа мәні 0,2-0,3-тен 1,0-1,5 $\text{м}^3/\text{т}$ дейін ауытқиды, ал ең жоғары мәндері 1,6-3,6 $\text{м}^3/\text{т}$ дейін жетеді [4].

Бүгінгі күні көмір қабаттарынан метан өндірудің негізгі мәселесі олардың төмен экономикалық тиімділігі болып табылады. Көмір қабаттарындағы метан байланысқан күйде орналасады. Осы себепті бұрғылау үдерісі көмір/метан байланысын ажыратуға және газ өндіруді арттыруға бағытталған қосымша шығындарды қажет етеді. Сонымен қатар, көмір қабаттарында бұрғыланған газ ұңғымаларының дебиттері негізінен дәстүрлі газ ұңғымаларының дебиттерінен төмен екенін атап өткен жөн. Сондықтан көмір қабаттарынан метан өндіру үлкен шығындармен және дәстүрлі көздерден газ өндірумен салыстырғанда аз түсіммен сипатталады. Көмір қабаттарынан метан өндіру дәстүрлі газ өндіруге тән емес көмір саласындағы бірқатар міндеттерді шешетінін қосу қажет. Бұл мәселелерді шешу көмір қабаттарынан метан өндіру тиімділігінің көрсеткіштерін едәуір арттыруға болатындығын ескере отырып, қосымша экономикалық нәтижелерге әкеледі.

1.2 Көмір қабаттарынан метан газын алудың отандық тәжірибесі

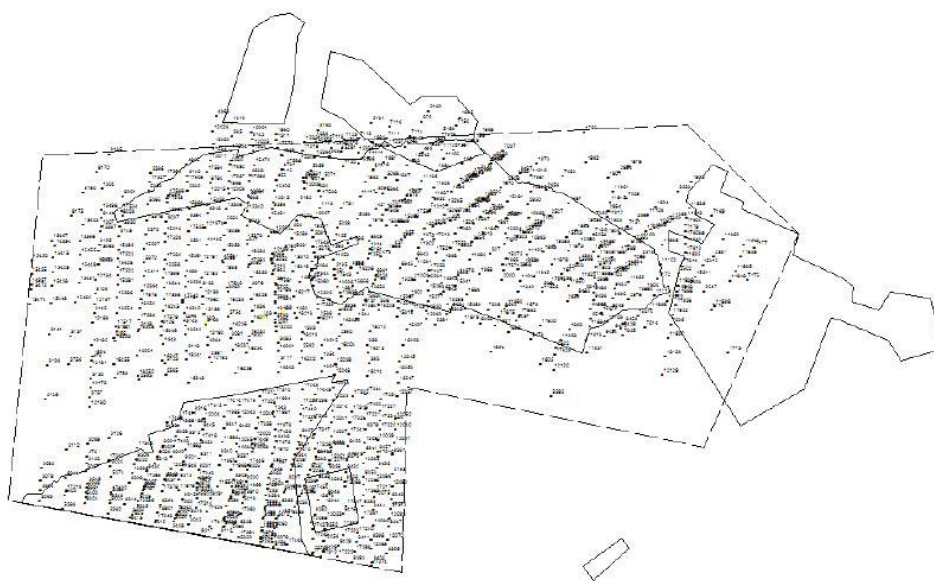
Қарағанды көмір бассейнінің Шерубайнұра телімі 1942 және 1991 жж. аралығында барлау жұмыстарының нәтижесінде жақсы зерделенді, телім аумағында жынысөзектерді іріктеумен және өнімді қабаттарды бөлу, көмір мен метан қорларын бағалау үшін 882 ұңғыма бұрғыланды.

Жүргізілген зерттеулер нәтижелерінің негізінде, телім бойынша геологиялық-геофизикалық ақпаратты жалпылайтын, бірқатар құжаттар құрылды: «Шахталардағы газдың молдылығын болжау мақсатында барлау жұмыстары кезінде Қарағанды бассейнінің тасты көмір шөгінділерінің газдылығын зерттеу» тақырыбы бойынша есебі (Ермеков, 1956), «Қарағанды бассейнінің Шерубайнұра шахтасының алаңында жүргізілген геологиялық барлау жұмыстарының есебі» (Еремін, 1969), «Қарағанды бассейнінің «Шерубайнұра» шахта алаңын толық барлаудың геологиялық есебі», (Корнис, 1977), «Қарағанды көмір бассейнінің Шерубайнұра көмірлі ауданында көмір қабаттарының метанын барлау» (Мустафин, 2013).

Геологиялық қималар, каротаж диаграммасы және жиынтық кестелер түріндегі геологиялық-геофизикалық ақпарат (сурет 1.2) геологиялық үлгі, метан қорларын бағалау, қабаттың құрамын картаға түсіру және бұрғылауды жобалау үшін қолданылды. Шерубайнұра телімінің ахуалдық картасы (сурет 1.3) көрсетілген. Шерубайнұра телімінде сейсмикалық зерттеулер жүргізілмегендіктен, ұңғымалардың деректері ақпараттың жалғыз көзі болып табылады



Сурет 1.2 – «Топар» шахта алаңы бойынша геологиялық қима

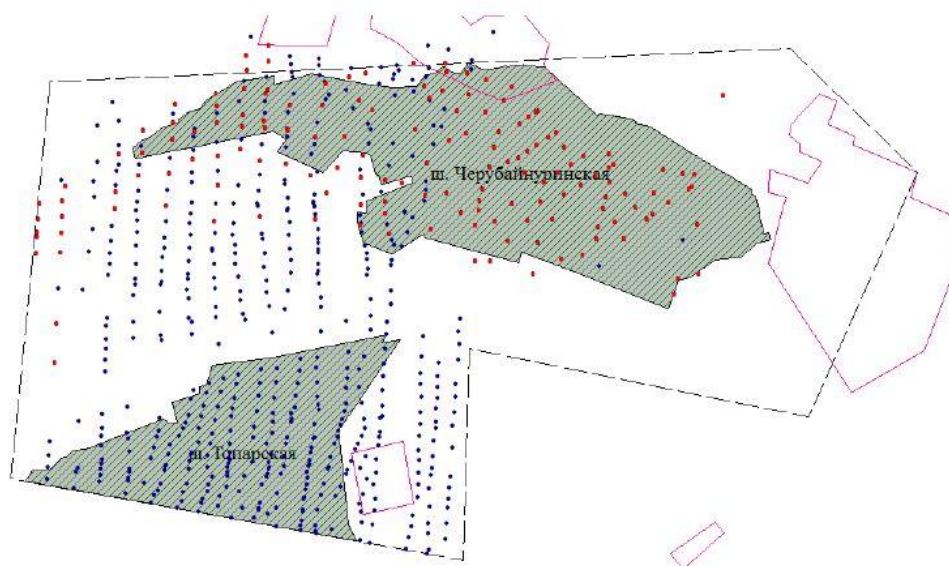


Сурет 1.3 – NGT Smart геологиялық-кәсіпшілік деректер базасын пайдалана отырып салынған Шерубайнұра телімінің ахуалдық картасы

1942-1991 жж. бұрғыланған барлау ұңғымаларының нәтижелері бойынша алынған геологиялық-геофизикалық деректер, келесі ақпараттарды құрайды:

1. Өнімді төбе және табан қабаттары бойынша бөлу.
2. Жалпы және тиімді қуаттары бойынша деректер.

Геологиялық-геофизикалық деректері бар барлау ұңғымалары (сурет 1.4), телімнің көп бөлігін қамтиды.



Сурет 1.4 – Геологиялық-геофизикалық деректері бар барлау ұңғымаларының орналасуы

Бұрын бұрғыланған барлау ұңғымаларына қосымша, 2015-2017 жж. Шерубайнұра телімін геологиялық зерделеу жобасын орындау аясында 3 барлау және 5 іздеу-бағалау 3 тәжірибелік өнеркәсіптік ұңғымалары (сурет 1.5) бұрғыланды.



Сурет 1.5 – Шерубайнұра телімі аумағында барлау, іздеу-бағалау және тәжірибелік-өнеркәсіптік ұңғымаларының орналасуы

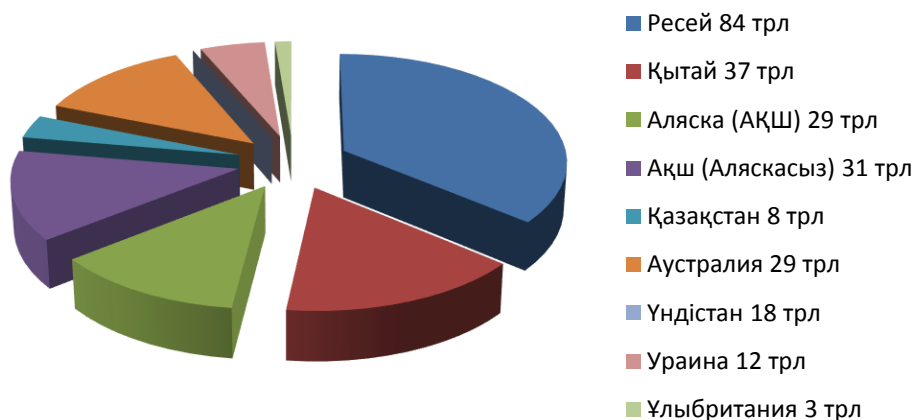
2015-2017 жж. бұрғыланған ұңғымалар бойынша деректер, түбегейлі зерттелген ақпарат көзі болып табылады. Шерубайнұра телімін қосымша зерделеу үшін, телім алаңын барынша қамтуы мүмкін барлау және іздеу-бағалау ұңғымаларын салу ұсынылады.

1.3 Көмір қабаттарынан метан газын алудың шетелдік тәжірибесі

Соңғы екі онжылдықта әлемнің көптеген тау-кен өндіруші елдерінде көмір шөгінділерінде метанның орасан зор қорларын өндіру мәселелеріне үлкен көңіл бөлінуде, өйткені қазіргі көмір кен орындары негізінен көмір газды, оларда метан қоры табиғи газ қорымен салыстырмалы болып табылады («British Petroleum» бағалауы бойынша 2018 жылғы өндіру деңгейі сақталған кезде табиғи газдың әлемдік қоры шамамен 51 жылға жетуі тиіс) [5].

Көмір қабаттарының метанын өндіру технологиясының дамуымен, геологиялық барлауға және көмірсутектердің дәстүрлі емес қорларын өндіру елеулі салымдармен байланысты қарқынды өсуді бастан өткеруде. Бұл бағыт АҚШ-та, Қытайда, Аустралияда, Үндістанда, Индонезияда және басқа да елдерде барынша дамыды. Осы тарауда осы елдердегі КҚМ өндірудің ағымдағы жай-күйіне шолу және Шерубайнұра теліміне ұқсас кен орындары бойынша ақпарат қарастырылған.

Әлемде шамамен 70 елдің көмір бассейндері бар және олардың 40-тан астамында белгілі бір түрде КҚМ өндіру бойынша жұмыстар жүргізілуде. Көмір қабаттары метанының жалпы әлемдік қорлары 260 трлн. м³ бағаланады (сурет 1.6), (кейбір деректер бойынша 685,8 трлн. м³) табиғи газдың әлеуетті қорларының 70% сәйкес келеді.



Сурет 1.6 – Әлем бойынша көмір қабаттарының метан геологиялық қорларын бағалау, трлн. м³

Шамамен 20 елде бұрғылаудың белсенді бағдарламалары қазіргі уақытта жүргізілуде, немесе бұрында жүргізілген. Газды көмір кен орындарын кешенді өндіру көмірден басқа ірі ауқымды энергетикалық көздердің бірін – көмір қабаттарының метанын алуға және пайдалануға мүмкіндік береді.

Метан қорларын бағалаудағы мұндай үлкен айырмашылық қорларды бағалаудың бірыңғай, сенімді және жетілдірілген әдістемесінің жоқтығынан ғана емес, сондай-ақ жүргізілген тау-кен-геологиялық жұмыстардың жоқтығынан туындайды. Қазіргі заманғы тәсілдер метан қоры туралы болжауға

ғана мүмкіндік береді. Қандай да бір аумақтың келешектерін бағалаудың дұрыстығы олардың геологиялық зерделенуінің әр түрлі дәрежесіне, қорларды бағалаудың әр түрлі тәсілдеріне байланысты. Қазақстан көмір кен орындары метанының зор әлеуетті қорларына ие және оның қоры бойынша 8 трлн. м³ астам. Көмір қоры бар елдер арасында бізді 9 орынға шығарады. Әзірше АҚШ-та, Канадада және Аустралияда көмір метанының қорлары зерттелген [6].

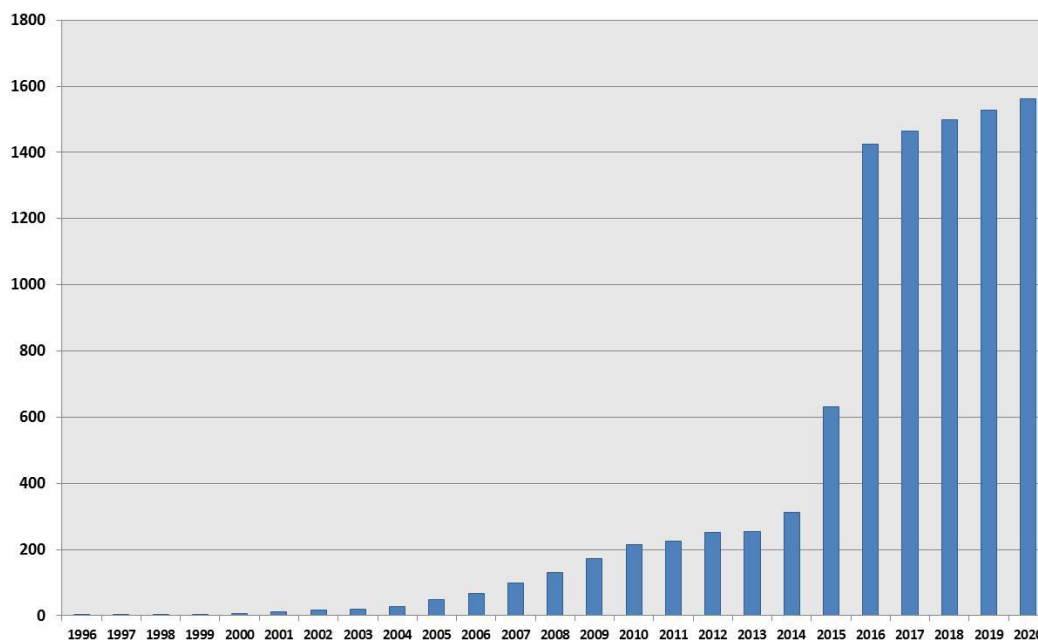
Бұл дәстүрлі емес ресурсты табиғи газдың баламалы көзі деп тану бүкіл әлемде осындай жобаларға күрделі қаржы салу деңгейімен, ал ең басты бөлігі ТМД елдерінде шоғырланған қорлардың ауқымымен расталады.

1.3.1 Аустралияда көмір қабаттар метанын өндіру тәжірибесі

Аустралияда КҚМ өндіру шикізатты қайта өңдеу мен өткізуді қамтамасыз ететін бірнеше компаниялар жүргізеді.

Santos QLD-Аустралияда (1996) КҚМ бұрғылауды бастаған алғашқы компания. Қазіргі уақытта Surat, Bowen және Fairview алаңдарын өндіреді. 2016 жылдың 3 тоқсанында компания 20 ұңғыманы бұрғылады. Өндіру 200-1000 тереңдікте жүргізіледі (Қарағанды бассейніне ұқсас). Сондай-ақ, метанды сұйылту зауытының құрылысы жүргізілуде (Аустралияда осындай үш жобаның бірі) [7].

Queensland Gas Company-Аустралиядағы British Gas/Shell компаниясының бөлімшесі. Cooper және Surat бассейндерін игереді. 1,7-суретте Квиндсленд КҚМ өндіруі көрсетілген.



Сурет 1.7 – 1996-2020 жж. аралығында Квиндсленд көмір қабаттарының метанын өндіру көрсеткіші

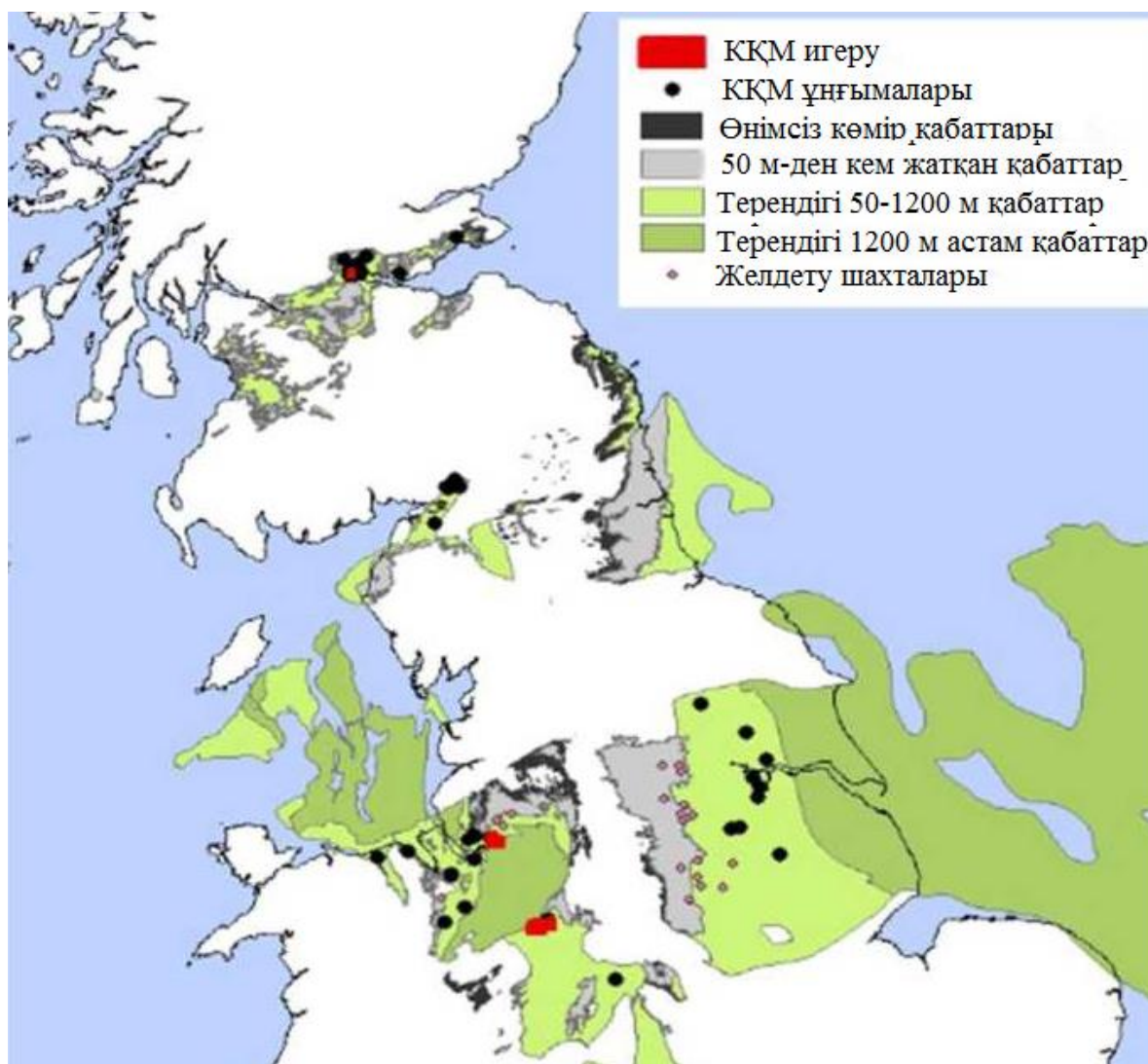
Ескерту – Әдебиет негізінде құралған [8]

2015 жылы бұрғылау көлемі 4 бұрғылау қондырғыларын пайдалана отырып, айына 25 ұңғыманы құрады. 2015 жылы сұйытылған метан өндірісі іске қосылды.

Australia Pacific/Origin. 1272 ұңғыманы пайдаланады. Ілеспе суды тазарту көлемі кері осмос әдісімен тәулігіне 112 мың м³ жетеді, тазартылған су суару және ауыз су үшін пайдаланылады. 2015 ж. желтоқсан айында сығылған метан өндірісі іске қосылды.

1.3.2 Ұлыбританияда көмір қабаттар метанын өндіру тәжірибесі

Ұлыбританияда көмірдің едәуір қоры (сурет 1.8) және КҚМ өндіру бойынша геологиялық барлау және тәжірибелік өнеркәсіптік жұмыстарды жүргізудің елеулі тәжірибесі бар. Алайда КҚМ өндіру қолайсыз геологиялық жағдайларға және қатаң экологиялық талаптарға байланысты шектеулі көлемде жүргізіледі.

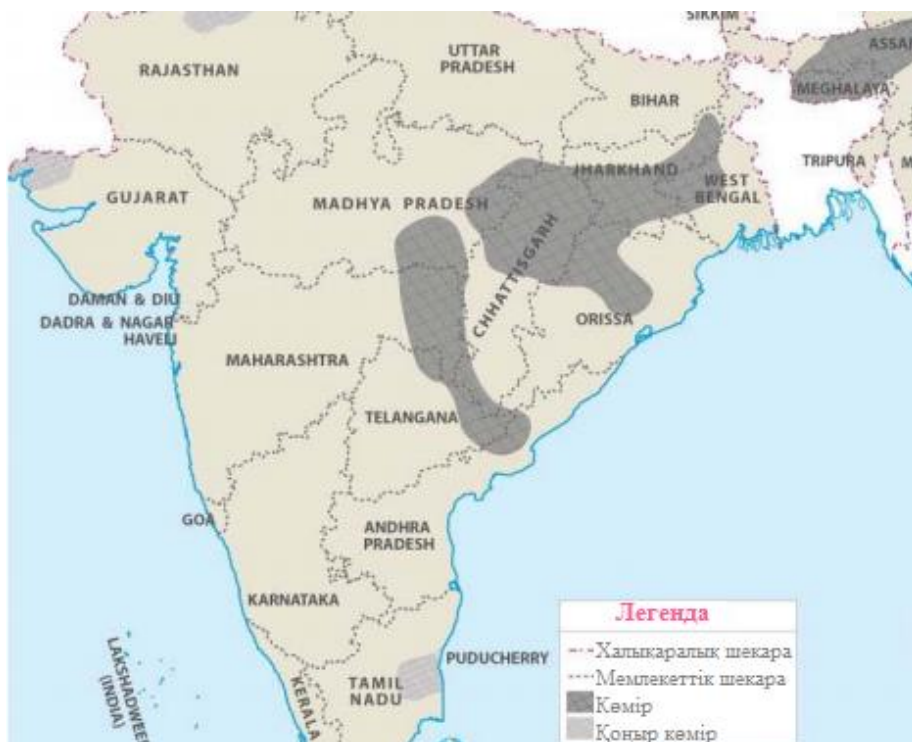


Сурет 1.8 – Көмір бассейндері және Ұлыбританияда КҚМ өндіру әлеуеті

1.3.3 Үндістанда көмір қабаттар метанын өндіру тәжірибесі

Үндістан көмірдің ірі өндірушісі болып табылады (2012 жылғы жағдай бойынша әлемдік көмір өндірудің 7,5%). 2008 жылдан бастап көмір қабаттарының метан қорын өнеркәсіптік өңдеу басталды. Үндістан тақтатас газымен танымал емес, бірақ оның барлық аудандарында көмір қабаттарының метан қоры кем дегенде 2,6 трлн текше метр бар деп саналады (Джоши, 2016). Үндістан үкіметі 2018 жылы көмір қабаттарынан метан өндіруге лицензия алуға өтініш беру үшін жауапкершілікті Coal India мемлекеттік компаниясынан алып тастап, көмір қабаттарынан метан өндіру ережелерін одан әрі жұмсартты (Ракшит, 2018) [9].

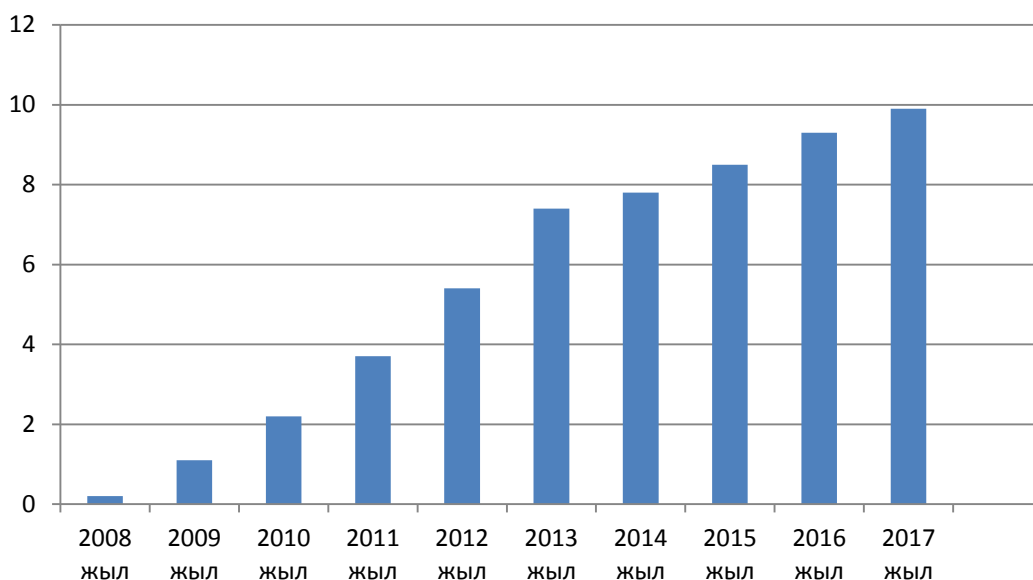
Шығыс Үндістанның Гондван шөгінділерінде Үнді көмірінің негізгі бөлігі (сурет 1.9) және өндірісінің барлық блоктары шоғырланған. КҚМ-ны дамыту үшін ең келешекті аудандардың басым көпшілігі шығыс Үндістанда, Дамодар Коел аңғарында және Сон аңғарында орналасқан. КҚМ жобалары Ранигандж-оңтүстік, Ранигандж-шығыс және Ранигандж-солтүстік аудандарында Ранигандж көмір кен орнында, Парбатпур блогында, Джария көмір кен орнында және Бокароның Шығыс және Батыс көмір кен орындарында бар.



Сурет 1.9 – Үндістанның көмір бассейндері

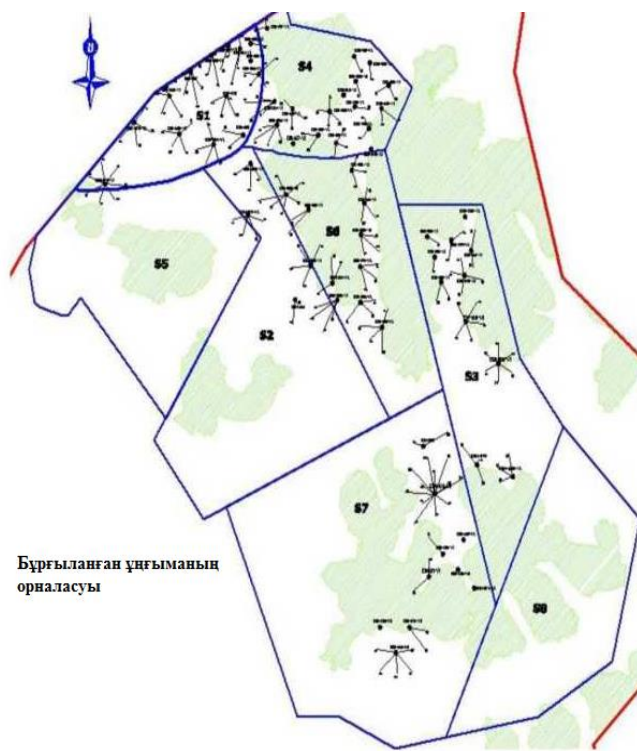
Сон аңғарына Солтүстік Сонхат және Сохагпурдың Шығыс және Батыс блоктары кіреді. Бүгінгі таңда Үндістандағы КҚМ барлау және өндіру жұмыстарының көп бөлігін отандық үнді компаниялары жүзеге асырады.

Үндістанда көмір қабаттарын метан өндіру (сурет 1.10) жылдам қарқынмен өсуде.



Сурет 1.10 – Үндістандағы КҚМ өндіру динамикасы

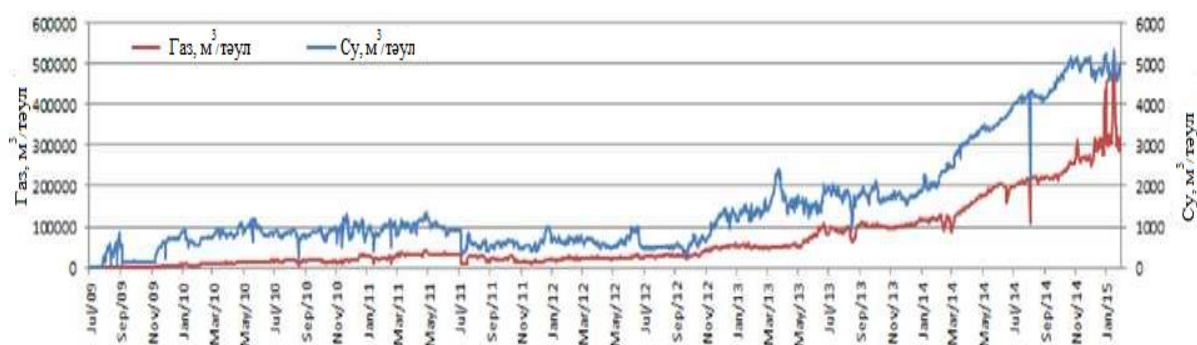
Raniganj ауданы-Үндістандағы ірі КҚМ кен орындарының бірі. Осы алаңдағы газдың геологиялық қоры 61 млрд. м³ құрайды. Оның ішінде алынатын жерлер-24,1 млрд.м³ (газ бөлу коэффициенті 39,5% болғанда), яғни алаң қоры бойынша Шерубайнура телімімен салыстырылады. 500 км² алаңда 255 ұңғыма бұрғыланды (сурет 1.11), оның ішінде 147 ұңғыма пайдалануда (2015 жылғы деректер). Ұңғымалардың кенжар тереңдігі 1200-ден 1900 м-ге дейін (ұңғыма оқпаны бойынша) [10].



Сурет 1.11 – Raniganj телімінде ұңғымалардың орналасуы

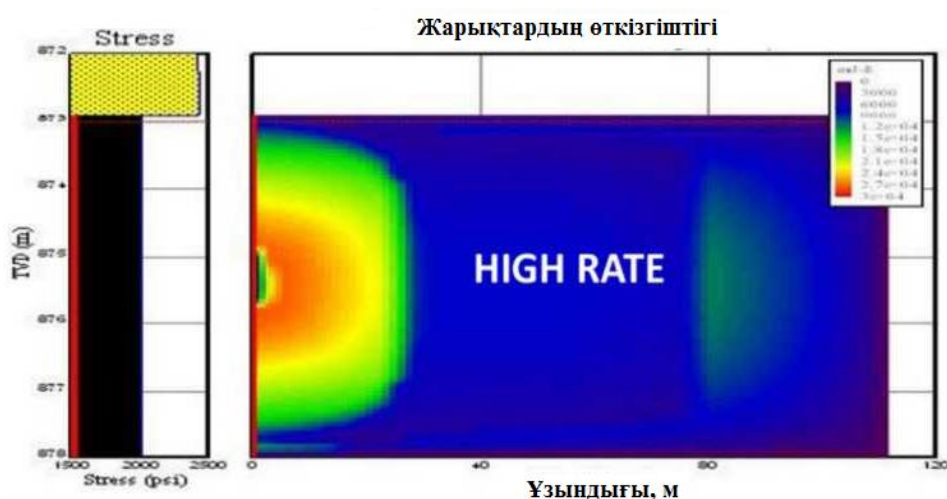
Телім бойынша газ өндіру 300-500 мың м³/тәул (бір ұңғымадан 2000-3400 м³/тәул) құрайды. Өндірудің ең жоғары деңгейі 511 мың м³/тәул құрады (сурет 1.12). Өндіру жобасы 500-ден астам ұңғыманы бұрғылауды қарастырады. Ұңғымалар торының тығыздығы 16-24 га/ұңғ құрайды (бұл ұңғымалар арасындағы қашықтыққа 400-490 м сәйкес келеді).

Геологиялық тұрғыдан қарағанда, Raniganj алаңының көмір кабаттарының айырмашылығы Шерубайнұра телімімен салыстырғанда үлкен тереңдікте (700-ден 1200 м-ге дейін) болып табылады. Осы себепті Raniganj ауданы Шерубайнұра телімінің тікелей аналогы болып табылмайды, алайда оны өндіру тәсілдері КҚМ-ны жобалау кезінде ескерілуі мүмкін.



Сурет 1.12 – Raniganj алаңында газ және ілеспе суды өндіру динамикасы

Raniganj алаңында КҚМ өндіру тік ұңғымаларды, сондай-ақ көлбеу кескінді ұңғымаларды бұрғылау, ҚГЖ жүргізу арқылы жүргізіледі. Бір ұңғымаға ҚГЖ үшін жіберілетін сұйықтың орташа мөлшері 150 м³ құрайды, жартылай ұзындықты 90 м дейін жарықшақтар жасалады (сурет 1.13). Жүргізілген ҚГЖ жұмыстары Шерубайнұра телімінің Ш-1, Ш-2 және Ш-4 іздеу-бағалау ұңғымаларында жүргізілген жұмыстармен салыстыруға болады.



Сурет 1.13 – Raniganj телімінде ҚГЖ жарықшағының кескіні

Су жинау жүйесіне ілеспе су беретін электр бұрандалы сорғылар газ жинау желісіне газ беру:

- ілеспе суды газсыздандыруға арналған сағалық сепараторлар;
- газды кешенді дайындау қондырғысы;
- суды тазалау жүйесі

1.14-суретте тазартылған ілеспе су ауыл шаруашылығы мақсаттары үшін пайдаланылатыны көрсетілген.



а – электр бұрандалы жүйелері; ә – сағадағы сепараторлар; б – ГКДҚ; в – суды тазалау сорғылар

Сурет 1.14 – Ілеспе суды пайдалану

Ескерту – ГКДҚ - Газды кешенді дайындау қондырғысы

1.3.4 Индонезияда көмір қабаттар метанын өндіру тәжірибесі

Индонезия көмірдің едәуір қоры бар және ірі көмір өндірушілер тізімінде төртінші орынды ұстауда (2012 жылғы жағдай бойынша әлемдік өндіруден 5.6%). Индонезияның көмір бассейндері 1.15 суретте көрсетілген. Энергетика және минералдық ресурстар министрлігінің бағалауы бойынша Индонезиядағы КҚМ қоры 12,8 трлн. м³. 2020 жылға қарай КҚМ өндіру 5 млрд. м³ асады деп күтілуде. Индонезияда көмір газының қоры 450 миллиард текше футтан асады. Бұл ресурстар 11 ашық көмір бассейндері арасында бөлінеді. Индонезияның көмір кен орындары басқа елдердегі ұқсас бассейндермен салыстырғанда ең жоғары қуатқа және қабаттардың үздіксіздігіне және ең төменгі күлділікке (10%-дан аз) ие. Индонезиядағы көмір газының негізгі қорлары құрамы 94-98% болатын метан 3000 фут (914,4 м) тереңдікте орналасқан [11].



Сурет 1.15 – Индонезияның көмір бассейндері

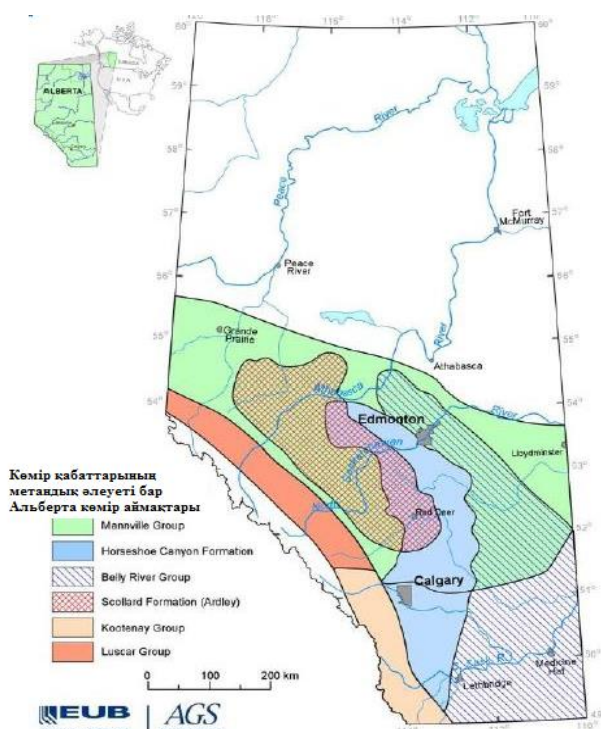
Индонезияның негізгі көмір бассейндері (кесте 1.2) метанның алынатын қоры 14 млрд.м³-ден 5,2 трлн. және жалпы Қарағанды бассейнінің қорларымен салыстырылуы мүмкін [7].

Кесте 1.2 – Индонезия көмір бассейндерінің сипаттамасы

Бассейн	Горизонт	Көмірдің жалпы өнімді қуаты, м	Витринит көрсету көрсеткіші	Орташа тереңдігі,	Алынатын қорлар, млрд. м ³	Концентрация, м ³ /м ²
S. Sumatra	M.Enim	37	0.47	762	5 182	1 834
Barito	Warukin	28	0.45	915	2 888	1 173
Kutei	Prangat	21	0.5	915	2 265	953
C. Sumatra	Petani	15	0.4	762	1 501	733
N. Tarakan	Tabul	15	0.45	701	510	440
Berau	Latih	24	0.45	671	238	807
Ombilin	Sawaht	24	0.8	762	14	807
Pasir/Asem	Warukin	15	0.45	701	85	587
NW Java	T.Akar	6	0.7	1,524	23	587
Sulawesi	Toraja	6	0.55	610	57	293
Bengkulu	Lemau	12	0.4	610	102	367

1.3.5 Канадада көмір қабаттар метанын өндіру тәжірибесі

Канададағы алынған КҚМ қоры 1,7 трлн.м³ көлемінде бағаланады, оның 0,6 трлн.м³ мұнай - газ өндірудің негізгі ауданы-Альберт штатына жатады (сурет 1.16).



Сурет 1.16 – Альберта штатының көмір бассейндерінің орналасу тәсімі (Канада)

Канаданың энергетика жөніндегі Ұлттық Комитетінің табиғи қорларын пайдалану жоспары бойынша КҚМ кен орындарында пайдаланылатын ұңғымалар қорын 2025 жылға қарай 3000 ұңғымаға дейін ұлғайту және КҚМ есебінен табиғи газды жалпы өндіруді 25%-ға дейін қамтамасыз ету болжанып отыр.

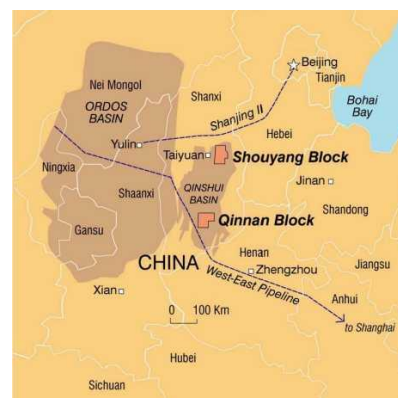
Канадада КҚМ өндіру ерекшелігі - КҚМ (Альберта штаты) өндірудің негізгі аймақтарындағы қатаң климаттық жағдайлар болып табылады, бұл Қазақстанда КҚМ өндіруді жоспарлау тұрғысынан, әсіресе ілеспе суды кәдеге жарату тұрғысынан Канаданың тәжірибесін құнды етеді [12].

1.3.6 ҚХР-да көмір қабаттар метанын өндіру тәжірибесі

1990-шы жылдардың басында тәжірибелік-өнеркәсіптік жұмыстар жүргізілді және КҚМ өндіру әлеуетін бағалау жүргізілді, ал 2003 жылдан бастап КҚМ коммерциялық өндіру басталды. 2013 жылы ҚХР-да метанның жылдық өндірілуі 2.98 млрд. м³. 1.17-суретте ҚХР метан шоғырланған бассейндер көрсетілген [13].



а



ә



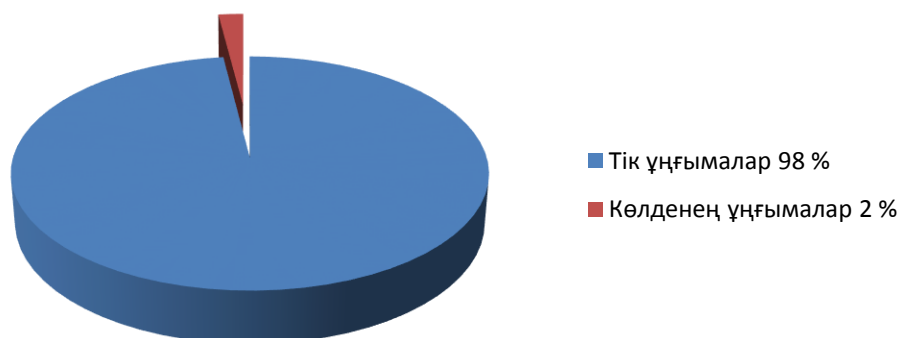
б

а – ҚХР-дағы ең ірі КҚМ қорлары бар бассейндер; ә – Shaanxi бассейнінің тәсімі; б – Yunnan бассейнінің тәсімі

Сурет 1.17 – ҚХР метан шоғырланған бассейндер

2014 жылғы қаңтардағы жағдай бойынша ҚХР-да КҚМ өндіру үшін 14 мыңнан астам ұңғыма бұрғыланды. Алайда, соңғы жылдары тиімділігі төмендігінен бұрғылау көлемінің төмендеу үрдісі байқалды).

ҚХР-да КҚМ өндіру үшін бұрғыланған ұңғымалардың негізгі бөлігін тік ұңғымалар құрайды (сурет 1.18).



Сурет 1.18 – ҚХР-да бұрғыланған ұңғымалар түрлері бойынша бөлу

2019 жылдың маусым айында Қытай үкіметі тығыз (өткізгіштігі төмен) кабаттардан табиғи газ өндіруге жаңа ынталандыру орнататын және төмен өткізгіш коллекторлардың тақтатас газын және көмір кабаттарының метанын өндіруге арналған субсидияларды кеңейтетін субсидиялар бағдарламасын енгізді. Бұл субсидиялар 2023 жылға дейін күшіне енуі керек.

Қытайдағы көмір кабаттарынан метан өндіру Шаньси провинциясының Ордос және Циньшуй бассейндерінде шоғырланған (сурет 1.19).



Сурет 1.19 – Тығыз, тақтатас және көмір метанының негізгі өндіру бассейнінің орналасуы

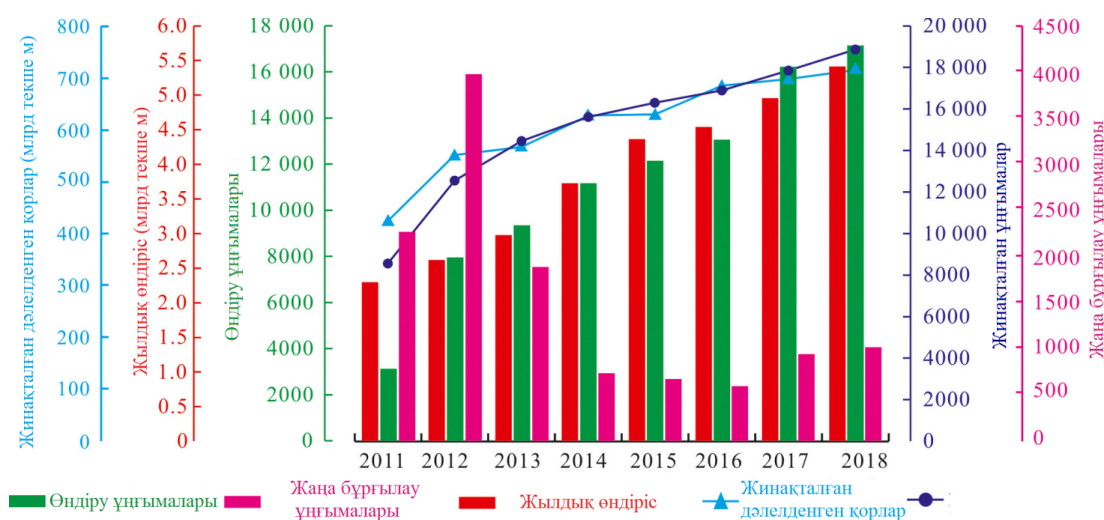
Бұл бассейндер айтарлықтай мәселелерге тап болады, оның ішінде ұңғымалардың өнімділігі салыстырмалы түрде төмен және өндіріс шығындары салыстырмалы түрде жоғары.

Қытай сонымен қатар синтетикалық табиғи газды көмірден шығарады, ол 2018 жылы Қытайда табиғи газ өндірісінің 2%-ын қамтамасыз етті.

Қытайдағы синтетикалық газ жобалары Ішкі Моңғолия, Шыңжаң және Шаньси сияқты көмірге бай провинцияларда метанға көмірді газдандыруды қарастырады.

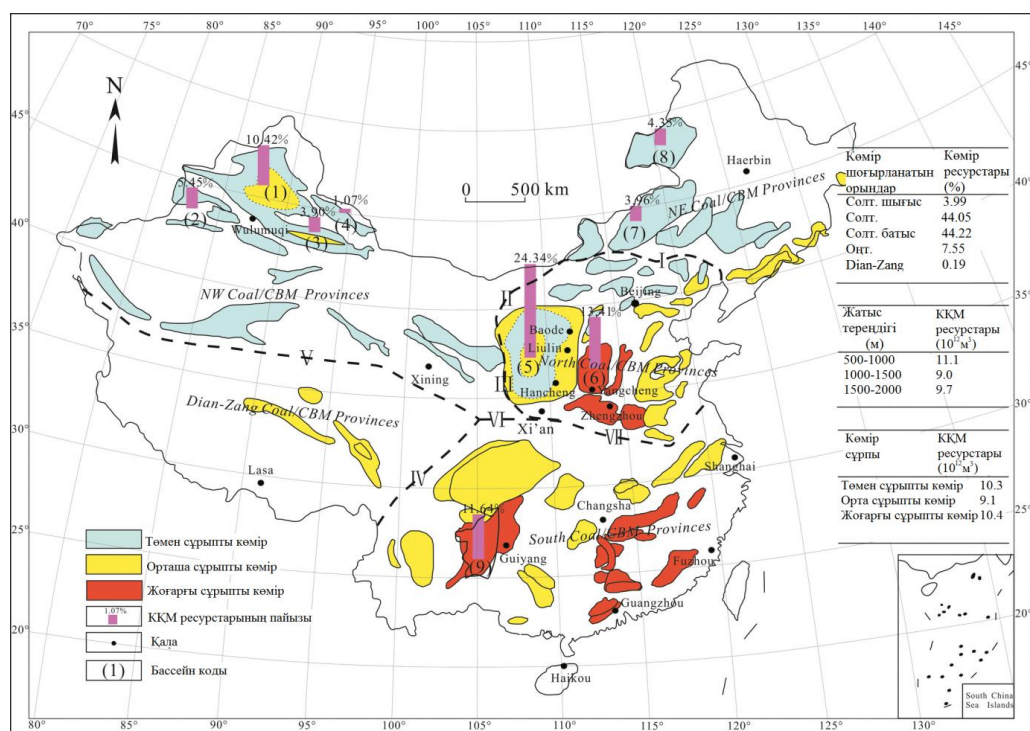
2016 жылы Қытай үкіметі 2020 жылға қарай синтетикалық газ өндіру деңгейіне тәулігіне 46 млн м³ жетеді деп үміттенді, бірақ табиғатты қорғау талаптарының күшеюіне байланысты зауыт құрылысының құны синтетикалық газ өндіру құны сияқты өсті. Нәтижесінде, 2018 жылы Қытайда синтетикалық газ өндірісі тәулігіне тек 8,5 млн. м³ құрады [14].

1.20-сурет «12-ші бесжылдықта» (2011-2015) 11 300-ден астам пайдалану ұңғымалары бұрғыланды, ал жаңа барланған геологиялық қорлар 350,4 млрд. текше метрге дейін ұлғайтылды, бұл Қытайдың пайдалану ұңғымаларының 193,3% - ға және оның қорларының 77%-ға артуын білдіреді. 2015 жылы КҚМ жерүсті өндіру көлемі шамамен 4,4 млрд. текше метрді, ал кәдеге жаратылған көлем-3,8 млрд. текше метрді құрады, бұл 2010 жылғы көрсеткіштермен салыстырғанда 193,3%-ға және 216,7%-ға өсуге және жыл сайынғы өсу қарқынына тиісінше 24,0%-ға және 25,9%-ға сәйкес келеді.



Сурет 1.20 – Қытайдағы барланған қорлардың, ұңғымалардың және көмір қабаттарының метан өндірісінің өзгеруі

2015 жылы шахталық метанның өндіру 13,6 млрд. текше метрді құрады, ал кәдеге жаратылған көлем – 4,8 млрд текше м, бұл 2010 жылғы көлеммен салыстырғанда 78,9%-ға және 100%-ға өсімді білдіреді, олардың жыл сайынғы өсу қарқыны тиісінше 12,3%-ды және 14,9%-ды құрады [15]. Қытайдың көмір қабаттарының метанының орналасу аймағы 1.21 суретте келтірілген.



Сурет 1.21 – Материктік Қытайдың көмір қабаттарының метаны шоғырлану аудандары

Ескерту – Әдебиет негізінде құралған [16]

1.3.7 Ресейде көмір қабаттар метанын өндіру тәжірибесі

Ресейдегі көмір қабаттарының метанын өндіруді "Газпром" АҚ бөлімшелері Кузнецк көмір бассейнінде жүргізеді [17].

Ресейде метанды өндірудің негізгі мәселесі көмір қабаттарының үлкен тереңдікте жатуы болып табылады, бұл ұңғымалардың әлеуетті өнімділігін төмендетеді. Бұл ретте Кузнецк бассейнінде КҚМ қорының (сурет 1.22) жартысына жуығы (6 трлн.) тереңдігі 600 м-ден кем қабаттарға жатады, бұл оларды өндіруді тиімді етеді (кесте 1.3).

Кесте 1.3 – РФ көмір қабаттарының метан қорларын бағалау

Бассейндер, кен орындар	Ресурстар, млрд. м ³
Барлығы	49051
Кузнецк	13085
Печорский	1942
Шығыс Донбасс	97
Оңтүстік Якутск	920
Зырянск	99
Тунгусский	2000
Ленский	6000
Таймырский	5500



Сурет 1.22 – Ресейдің көмір бассейндеріндегі метан қорлары

Ескерту – Әдебиет негізінде құралға [18]

Қазіргі уақытта "Газпром" компаниясы Кузбасс бассейнінің Талдинская және Нарыкско-Осташкинская алаңдарының екі әлеуетті өндіру телімін таңдаған, 2014 жылы Талдинская ауданында тәулігіне 2,8 млн. м³ газ өндірілді, пайдаланылғаннан бастап 16 млн. м³ астам газ өндірілді. Нарыкско-Осташкинская алаңында 2014 жылы тәулігіне 4,5 млн.м³, пайдалануға берілген уақыттан бастап – 9,4 млн. м³ газ өндірілді.

2012 жылғы жағдай бойынша Нарыкско-Осташкинская алаңында газ өндіруге 20 барлау ұңғымасын бұрғылау аяқталды. Кемеров облысында жүргізілген ұңғымалардың тәжірибесі 1.23-суретте келтірілген.



а



б

а – іздеу-бағалау ұңғымасы; б – ұңғыманың сағалық жабдығы

Сурет 1.23 – Кемеров облысы

Кузбасста өндірілетін көмір қабаттарының метаны келесі қажеттіліктер үшін пайдаланылады:

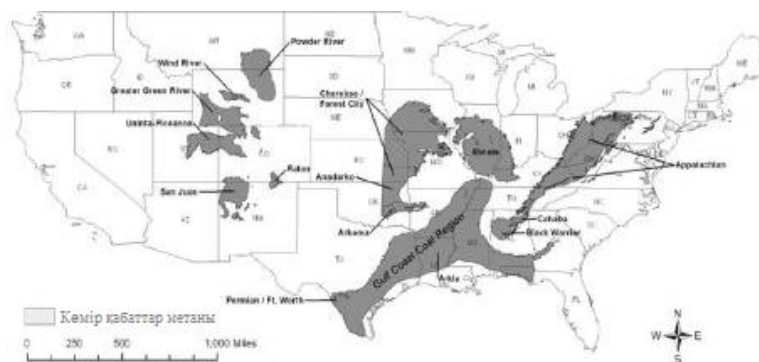
3.моторлы отын ретінде (2009 жылдың соңында газбаллонды автомобильдерге, сондай-ақ тиісінше 200 кгс/см² және 250 кгс/см²-ге дейін сығылған газбен жылжымалы автомобиль ГАЗ құюшыларға (ПАГЗ) құю

жүргізуге мүмкіндік беретін АГТКС пайдалануға берілді; станция тәулігіне 60-90 май құюға есептелген, өнімділігі сағатына 300 м³-ге дейін; Нарыкско-Осташкинская алаңында ЗГ-1 автогаз құюшысы іске қосылды);

4. электр энергиясын өндіру үшін (2011 жылдың басында Талдинская кәсіпшілігінің ГААДҚ (газды алдын ала дайындау қондырғылары)-да қуаты 1,35 және 1,063 МВт контейнерлік орындалатын екі ГПЭС іске қосылды; оларды пайдалану арқылы 40 МВт/сағ электр энергиясы өндіріледі.

1.3.8 АҚШ көмір қабаттар метанын өндіру тәжірибесі

Метан өндіру жүргізілетін АҚШ – тың негізгі көмір кен орындары-San Juan, Black Warrior және Powder River (сурет 1.24) [19].



Сурет 1.24 – АҚШ-тың ірі көмір бассейндерінің тәсімі

San Juan кен орнын өндіру 1980 жылдың соңынан жүргізіле бастады. Кен орны қуаттылығы 6,1-ден 24,4 м-ге дейінгі суббитуминоздық қабаттармен сипатталады (кесте 1.4).

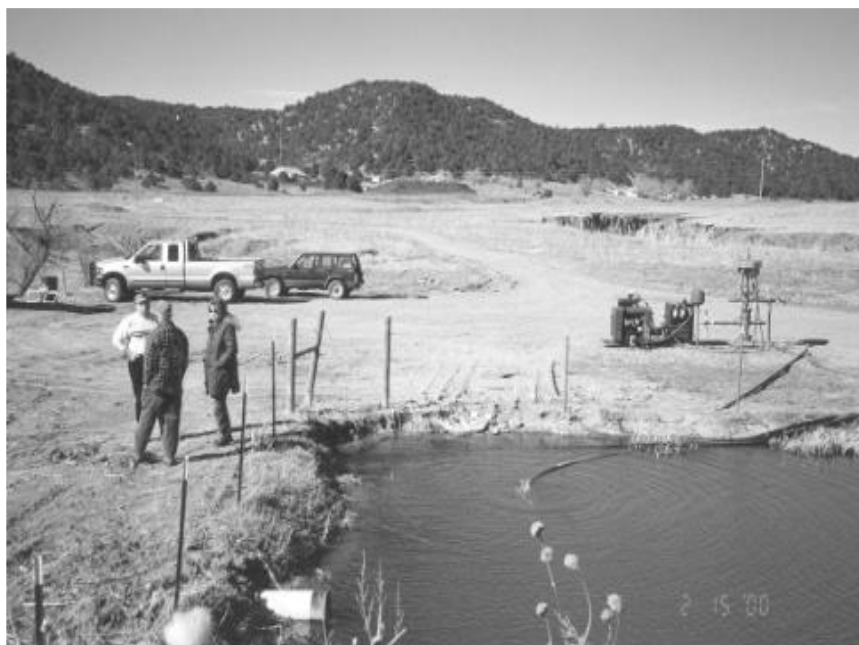
Кесте 1.4 – АҚШ кен орындарының сипаттамасы

Кенорнын	San Juan	Raton	Uinta	Powder River
1	2	3	4	5
Бұрғылау технологиясы	Пневмосоққы бурғылау			
Тип заканчивания	Перфорацияланған шегенделген оқпан, КҚГЖ			Ашық оқпан
Ұңғымалар саны	2550	694	558	10358
Суды кәдеге жарату технологиясы	Қабатқа жіберу	Терең қабаттарға жіберу		Жер бетінде кәдеге жарату
Өндіру технологиясы	ШТС	ЭБС, ШТС	ШТС	ОЭС
Судың орташа дебиті, м ³ /тәул.	4,0	42,2	34,2	63,6
Көмірлердің сипаттамасы	Суббитуминозды	Құрамында ұшпа заттар жоғары битуминозды		Суббитуминозды
Ұңғыма тереңдігі, м	168-1219	122-1219	610-2134	61-762

Кестенің жалғасы 1.4

1	2	3	4	5
Тиімді қуаты, м	6,1-24,4	3,0-12,2	3,0-12,2	22,9
Газдылығы, м ³ /т	9,9-12,7	1,4-11,3	7,1-11,3	0,8
Ұңғыма құрылысының орташа	275	330	375	75
Ұңғыманың орташа газ қоры, млн. м ³ /ұңғ.	283,2	50,9	42,4	11,3
Газ бойынша орташа дебит, мың. м ³ /тәул.	22,7	8,5	17,7	5,1
Ескертулер: 1 КҚГЖ – көпкезенді қабатты гидравликалық жару; 2 ШТС – Штангалы тереңдіктегі сорғы; 3 ЭБС – Электро бұрандалы сорғы; 4 ОЭС – ортадантепкіш электр сорғы				

Пайдалану кезінде орташа тереңдігі 168-1219 м 2550 астам ұңғыма бұрғыланды. San Juan-АҚШ-та КҚМ өндірудің 80%-ын және жалпы газ өндірудің 4%-ын қамтамасыз ететін ірі кен орны. Raton кен орны Колорадо штатында жартасты тау бассейнінде орналасқан (суреттер 1.25, 1.26). Кен орнындағы алғашқы барлау ұңғымалары 1980-ші жылдары бұрғыланды, 1994 жылы ұзындығы 56 км газ құбырын салу және өткізу қабілеті 849,5 мың м³/тәул. арқасында ауқымды өндіру басталды.

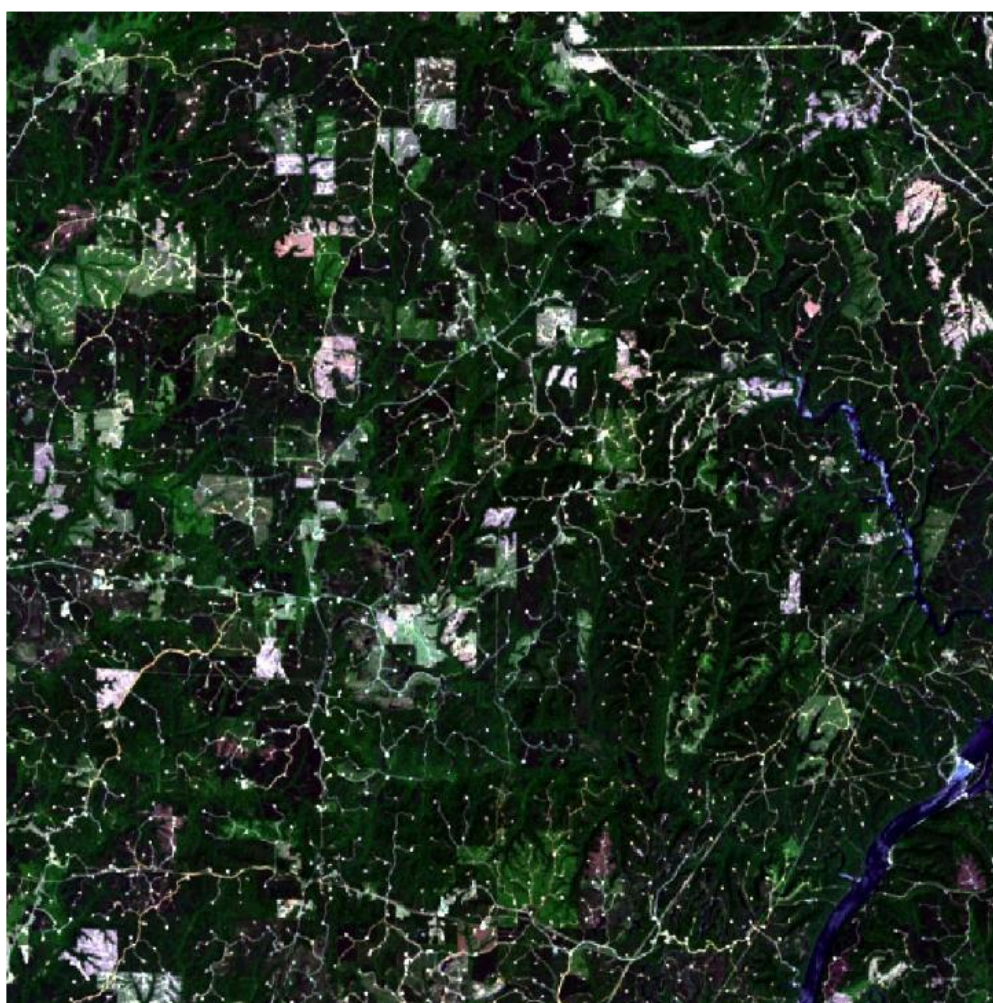


Сурет 1.25 – Raton кен орнындағы пайдалану ұңғымасы

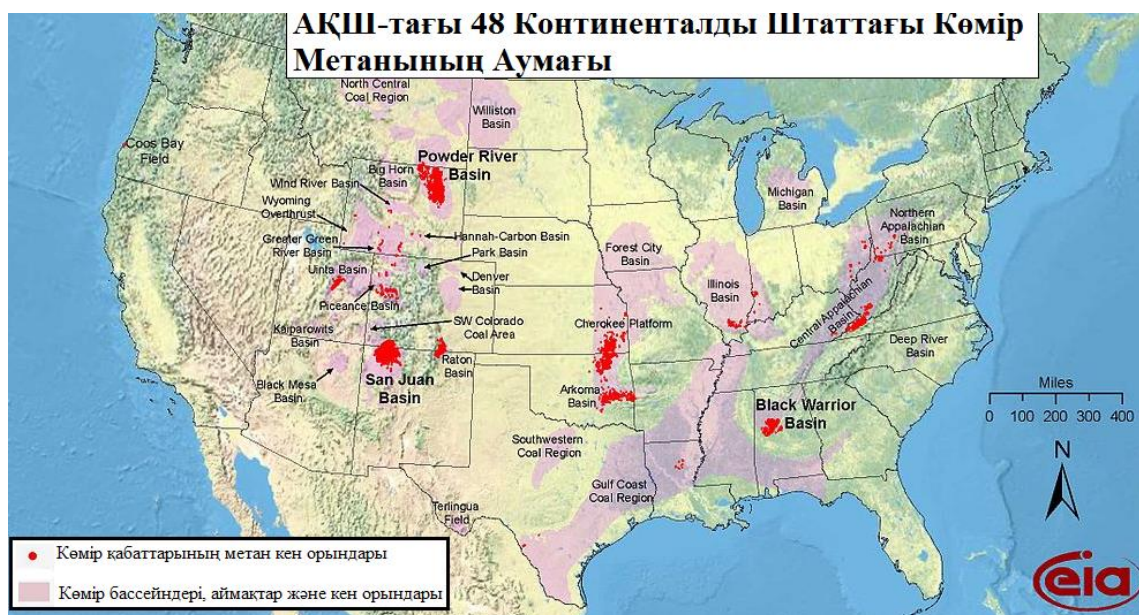


Сурет 1.26 – Powder River кен орнында ілеспе суды тозандату (аэрация)

30 жылдан астам уақыт бойы Black Warrior (Алабама, АҚШ) өзенінің бассейнінде арасы 400-500 м қашықтықта 1000-нан астам ұңғыма бұрғыланды (сурет 1.27). Құбырдың ұзындығы 200 км-ден [20, 21] асып түсті. АҚШ-тағы көмір метанының аумағы 1.28-суретте көрсетілген.



Сурет 1.27 – Black Warrior кен орнының спутниктік суреті



Сурет 1.28 – АҚШ-тағы 48 континенталды штаттағы көмір метанының аумағы

2017 жылы Америка Құрама Штаттарында көмір қабаттарынан метан өндіру 0,98 трлн. текше футты құрады, бұл 2017 жылы АҚШ-тағы газ өндірісінің 3,6 пайызын құрайды. Көмір қабаттарындағы метан өндірісінің көп бөлігі Колорадо, Вайоминг және Нью-Мексико таулы Штаттарынан тиесілі.

Көмір қабаттарындағы метан қорларын бағалау әр түрлі, алайда, 1997 жылғы АҚШ геологиялық қызметінің бағалауы АҚШ-тағы 700 триллион текше футтан (20 триллион текше метр) метанды болжайды.

Энергетикалық Ақпаратты Басқару 2017 жылы қорлар туралы 11,878 млрд. текше фут деңгейінде екенін хабарлайды, бұл 2020 жылғы 31 қаңтардағы жағдай бойынша 1,84 қазіргі нарықтық бағамен шамамен 22,4 млрд. АҚШ долларын құрайды [22].

1.4 Қарағанды бассейнінің метан қорларын бағалау

1949-1950 жылдары Қарағанды бассейнінде алғаш рет көмір қабаттарының газдылығын зерттеу басталды. Бұл жұмысты М.А. Ермеков басқарды, оны пайдалану табиғи газдың құрамын ғана емес, сонымен қатар оның мөлшерін анықтауға, яғни қабаттардың газдылығын тікелей алуға мүмкіндік берді.

1967 жылдан бастап К. Карасев жынысөзектен газ жинаушы құрылғысын жаңғыртады, жаңа герметикалық стаканды құрастырады және практикаға енгізеді, барланған шахта алаңдарының газдылығына болжам жасайды, көмір қабаттарының газдылығына кейбір геологиялық факторлардың әсерін белгілейді.

Кейінгі жылдар, әсіресе «геологиялық барлау жұмыстарын жүргізу кезінде көмір қабаттарының газдылығын анықтау және болжау жөніндегі Уақытша Нұсқаулық» жарыққа шыққаннан кейін сынау жұмыстарының күрт өсуімен сипатталады.

Н.С. Умархаджаев геологиялық барлау жұмыстарының әртүрлі сатыларында газдылықты зерттеу әдістемесіне кейбір өзгерістер енгізеді.

1969 жылдан бастап инженер-геофизик А.Н. Матвеевтің басшылығымен бассейнде газ каротажи игеріле бастайды.

1975 жылы газоаналитикалық зертханасы және ҚПИ геология кафедрасы Тентек және Шерубайнұра аудандарының газдылығын зерттеу бойынша материалдарды жинақтады (Н.С. Умархаджиев және т.б., 1975). Бұл жұмыс Шерубайнұра синклиналының терең деңгейжиектерінің газдылығына болжам жасауға; табиғи газдардың компоненттік құрамын және оның тереңдікпен өзгеруін анықтауға; геологиялық факторлардың қазіргі заманғы газдылықтың қалыптасуына әсерін анықтауға мүмкіндік берді.

Шерубайнұра телімінің көмір қабаттарынан метанды іздеу жұмыстары 2015-2016 жж. жүргізілді. Көмірдің табиғи газдылығын, газдың қанығу дәрежесін анықтау, көмір массасымен метанның бөлінуі мен сіңіруінің қисық изотермаларын алу, газдың құрамы және қабаттардың газодинамикалық қасиеттерін анықтау үшін өнімді көмір қабаттарын сынау, сондай-ақ көмір қабаттарының газ бөлуін арттыру үшін іздеу-бағалау ұңғымаларында гидро жару және плазмалық-импульстік әсер ету үшін жынысөзектерді жаппай іріктеумен бұрғылау жұмыстары жүргізілді.

Барлау ұңғымаларын бұрғылау 56-100% жынысөзек шығымы бар Christensen CS 14, Eider 1100, Atlas Copco-ның Boyles C8 бұрғылау қондырғыларымен жүзеге асырылды. Барлығы 8 ұңғыма бұрғыланды, оның ішінде 5 ұңғыма - іздеу-бағалау тереңдігі 604 м-ден 881 м-ге дейін және 3 ұңғыма-тереңдігі 690-800 м барлау ұңғымалары.

Іздеу-бағалау ұңғымаларында стандартты каротаж, кавернометрия, радиоактивті, бүйірлік, акустикалық және тығыздықты каротаж, инклинометрияны қамтитын геофизикалық зерттеулердің толық кешені жүргізілді. Су жарылысын жүргізу нәтижесінде тәулігіне 822 м³ ең жоғары орташа тәуліктік дебиті бар газ ағыны алынды.

Плазмалық импульстік әсер оң нәтиже берген жоқ және газдың елеулі дебиттері алынған жоқ. Газдылықты бағалау және іздеу-бағалау ұңғымаларындағы параметрлерді анықтау мақсатында К₅₋₃, К₆, К₇, К₁₀, К₁₂, К₁₂₋₁, К₁₂₋₂, К₁₃, К₁₄, К₁₈₋₁ көмір қабаттарында сынамалау жүргізілді. 1 және 2 мм штуцерлерде сынау нәтижесінде әртүрлі қарқындылықтағы газдың ағыны алынды және дебиттер анықталды. Ең төменгі орташа дебит 142,5 м³/тәул тең К₅₋₃ қабатынан (Ш 4 ұңғымасы), ең жоғарғы - К₁₂ қабатынан (Ш1 ұңғымасы) тәулігіне 520,1 м³ алынған.

Барлау ұңғымаларының ашық оқпанында сынақтар СЖК (Сынау жабдықтарының кешені) көмегімен жүргізілді. К₁₀, К₁₂, К₁₃, К₁₆, К₁₈ қабаттары сынау объектілері болды. Өткізгіштігі, қабаттық қысымы, дебиті, температурасы анықталды өткізгіштік коэффициентінің сегіз анықтамасының бес өлшемі 2,4-15,0 мД, үш жағдайда 0,007-0,05 мД аралығында болды.

Жынысөзектерден газ бөлінуін, изотермиялық, техникалық, петрографиялық, элементтік талдауларға зертханалық зерттеу, барлық көмір

қабаттарынан газды үгілу шегінен төмен (220 м тереңдіктен) жүргізілді. Қорларды есептеу үшін барлық қажетті зерттеулер жүргізілді: көмір тығыздығы – 51 талдау, күл және ылғал сыйымдылығы – 66 талдау, витринит – 24 талдау, ылғал сыйымдылығы – 24 талдау, мацералды құрамы-24 талдау. Бұдан басқа, барлау ұңғымаларынан жынысөзектің 35 үлгісінде десорбцияланған және қалдық газдың мөлшері мен құрамы анықталды. Десорбцияланған газдың құрамы 97,8-99,6% моль метаннан тұрады. Қалдық газ да, метан да басым компонент болып табылады, оның құрамы 88,5-99,4% құрайды.

Қарастырылып отырған Шерубайнұра телімінде жүргізілген жұмыс нәтижелері мен сынақтар C_2 санаты бойынша метан қорларын бағалауға, сондай-ақ көмір қабаттарының зерттелмеген бөліктері шегіндегі қорларды бағалауға мүмкіндік берді (Шерубайнұра және Топар шахталары алаңдарының өндірілген көмір телімдерін қоспағанда), бұл «Қарағанды көмір бассейнінің Шерубайнұра теліміндегі көмір қабаттарының метан қорларын жедел есептеуде» көрсетілген, [23] (02.01.2017 ж. жағдай бойынша), авторлары А.Е. Малютина, А.Е. Малдыбаева, А.С. Овсеенко және т.б., 2017 ж. C_2 санаты бойынша Шерубайнұра телімінің 5733 млн.м³ саны бойынша K_{18-1} , K_{18} , K_{16} , K_{14} , K_{13} , K_{12-2} , K_{12} , K_{11} , K_{10-1} , K_{10} , K_7 , K_6 , K_5-3 , K_4 , K_3 , K_2 , K_1 көмір қабаттары метанының геологиялық қорлары назарға алынды (C_2 санаты бойынша № 1954-18-П ҚМК ХАТТАМАСЫ) 24.07.2018 ж.).

Бүгінгі күні геологиялық бөлу шегінде барлығы 619 ұңғыма бұрғыланды: көмірге 611 ескі барлау ұңғымасы және көмір қабаттарының метанына 11 жаңа барлау ұңғымасы. Жобаланатын жұмыстар алаңының геологиялық-геофизикалық зерттелуі туралы мәліметтер 1.5-кестеде келтірілген.

Кесте 1.5 – Геологиялық-геофизикалық зерттелуі

Автор, жыл	Есептің атауы, масштаб	Жұмыс түрі	Жұмыс нәтижелері
1	2	3	4
Ермеков М.А., 1956	1-1-56 ж. жағдай бойынша 1955 жылғы "шахталардың газ молшылығын болжау мақсатында барлау бұрғылау кезінде Қарағанды бассейнінің таскөмір шөгінділерінің газдылығын зерттеу" тақырыбы бойынша аралық есеп.	Кг-55 кернагазо наборниктерінің жұмыс принципі және сынамаларды газсыздандыруға арналған қондырғы сипатталған. Газдың үгілу аймағының тереңдігін анықтау әдістемесі талданады.	Шерубай-Нұра көмірлі ауданының шахта алқаптарының газдылығы болжамы келтірілген.
Еремін В.А., Лопатов В.Э., Силантьев В.А., 1969	Қарағанды бассейнінің 4-Шерубайнұра шахта алаңындағы геологиялық барлау жұмыстары туралы есеп.	Бұрғылау 1623 қ. м Шахта алаңындағы бұрғылау және пайдалану жұмыстарының нәтижелері жинақталған.	Қарағанды свитасының көмір қабаттарындағы көмір қоры есептелді және бекітілді (26.03.1970 ж. № 5929 даңғ.)

Кестенің жалғасы 1.5

1	2	3	4
Умархаджиева Н.С., Ермеков М.А., Когут Л.П., 1975	"Тау-кен геологиялық пайдалану жағдайларын болжау мақсатында Қарағанды бассейнінің (Тентек және Шерубай нұра аудандары) көмір қабаттары мен сыйымды жыныстарының заңдылықтарын зерттеу нәтижелерін жалпылау" тақырыбы бойынша есеп»	20 жыл ішінде көмір қабаттарының газдылығын зерттеу бойынша материалдар жинақталған.	Синклинальдың терең деңгейжиектерінің газдылығына болжам жасалды; табиғи газдардың компоненттік құрамы және оның тереңдікпен өзгеруі анықталды; геологиялық факторлардың қазіргі заманғы газдылықтың қалыпта суына әсері анықталды.
Корнис П.Г., Бокаева Г.А., Мотков В.П. и др. 1977	Қарағанды бассейнінің "Чурубайнурская" шахтасының алаңын жете барлау жөніндегі геологиялық есеп (1977 жылғы 1 қаңтардағы жағдай бойынша)	291345 қ.м. бұрғылау	КСРО ҚМК-да бекітіле отырып қорларды есептеу жүргізілді (23.12.1977 ж. № 7990 хаттама.).)
Маркова В.К., Глушенко Л.П., Иощенко А.А. и др. 1980	"Топар" шахтасының алаңын және Қазақ КСР Қарағанды бассейнінің резервтік телімін жете барлау жөніндегі геологиялық есеп (жұмыстардың жай-күйі 01.01.1980 ж.)	250918 қ.м. бұрғылау	Көмір қоры есептелді (27.03.1981 ж. № 8740 хаттама), кондициялардың ТЭН-і жасалды
Ермеков М.А., 1989	01.01.1989 ж. жағдай бойынша Қарағанды бассейніндегі көмірсутекті газдардың қорлары мен қорларын бағалау	Тақырыптық жұмыстар	Көмірсутек газдарының қорларын бағалау әдістемесі жасалды. Газды ілеспе пайдалануға келешекті көмір қабаттарының таралу аймақтары бөлінді. Бассейннің көмірсутекті газдарының қорлары мен қорларын бағаланды.
Малютина А.Е., Малдыбаева А.Е. Овсеенко А.С. и др. 2017 г.	Қарағанды көмір бассейнінің Шерубайнұра телімінде көмір қабаттарының метан қорларын жедел есептеу" (02.01.2017 ж. жағдай бойынша)	Көмір қабаттарының метанына іздеу жұмыстары, көмір қабаттарын бұрғылау, сынау	Телімлерде бөлінген және С ₂ санатының қоры және Р1 санатының қорлары есептелген (24.07.2018 ж. №1954-18-П ҚМК ХАТТАМАСЫ)

Әлемдік тәжірибе табиғи жарықшақтар жүйесінің таралуының басым бағыты олардың өткізгіштігіне айтарлықтай әсер ететіндігін анықтады.

Осылайша, ұқсас кен орындарында жарықшақтар бағыты максималды стресс бағытына параллель болады. Көтерілу тектоникасының қолданыстағы пайымдауына сүйене отырып, жылжу негізінен солтүстік-оңтүстік осінде болғанын көруге болады, сондықтан максималды кеуектер (және жарықшақтар) сол бағытта дамыды және көлбеу және көлденең ұңғымаларды бұрғылау ендік немесе субшироттық бағытта жоспарланады.

Шерубайнұра телімінде ұсынылып отырған сынамалық жұмыстарды іске асыру болашақта коммерциялық алынатын қорлар санаты бойынша қайта жіктеуге мүмкіндік беретінін атап өту қажет. Бұл метанның өнеркәсіптік дебиттері бар сынамалық жұмыстарды көп кенжарлы көлбеу/көлденең ұңғымаларды сәтті бұрғылау және пайдалануға беру жағдайында, сондай-ақ көмір қабаттарын зерттеудің қосымша кешенін жүргізгеннен кейін мүмкін болады.

Газсыздандыру зертханасының есебіне сәйкес (1966) осы телімде аумақтық орналасқан "Шерубай-Нұра" шахтасы бойынша 1965 ж. k_{13} қабаты бойынша қабатты газсыздандыру мақсатында 19 төменгі қабат ұңғымалары бұрғыланды. Ұңғымалардың ұзындығы 168-187 м, 20-23⁰ бұрышпен және вакуумға қосылған [24]. Ұңғымалар бойынша жиынтық дебит сағатына 7-ден 17 м³-ге дейін немесе ұңғыманың бір қума метрінен тәулігіне 0,05-тен 0,08 м³-ге дейін ауытқыды. Бұл осы тереңдіктегі (7-8 м³/т) қабаттың төмен газдылығымен байланысты, бірақ 280-300 м тереңдікке жеткенде және тереңірек қабаттың газдылығы 18-20 м³/т дейін күрт артады. k_{13} қабатының (10,7 мД) 343-352 м тереңдіктегі ШР-6 ұңғымасында анықталған жоғары өткізгіштігін және 3,2 МПа қабаттық қысымын ескере отырып, қабаттық ұңғыманың үлкен газ өнімділігін болжауға болады.

Сондай-ақ, көмір үлгілерін зерттеу кезінде k_{13} қабаты бойынша қалдық газдылықты 0,94-1,94 м³/т деңгейінде толық десорбциялаудан кейін анықтаған «Геокрак» (Польша) зертханасы жүргізген көмір жынысөзегінің десорбциясы жөніндегі деректерді ескеру қажет, бұл ұңғымалардың кенжарында депрессия жасау кезінде көмірден метан алудың жоғары деңгейін көрсетеді.

1.5 Бірінші тарау бойынша қорытындылар

1. Қазіргі уақытта газ өндірудің тиімді технологияларының пайда болуына, геологиялық барлауға және табиғи газдың дәстүрлі емес қорларын өндіруге қаржыландыру бөлінуіне байланысты әртүрлі елдерде көмір қабаттарының метанын өндірудің айтарлықтай өсуі байқалуда.

2. Көмір қабаттарының метанын өндіретін ірі елдер АҚШ, Қытай, Үндістан, Аустралия болып табылады, сондай-ақ Ресейде метанды өнеркәсіптік өндіру жұмыстар жүргізілуде.

3. Әлемдік тәжірибені шолу барысында, Шерубайнұра теліміне ұқсас көмір қабаттардың геологиялық сипаттамалары экономикалық тиімді және өндіру мүмкіндігі бар екені айқындалды.

4. Көмір метанын өндірудің тиімділігі көптеген жетекші көмір өндіруші елдерде дәлелденген және қазіргі уақытта 40-тан астам елде жүзеге асырылуда.

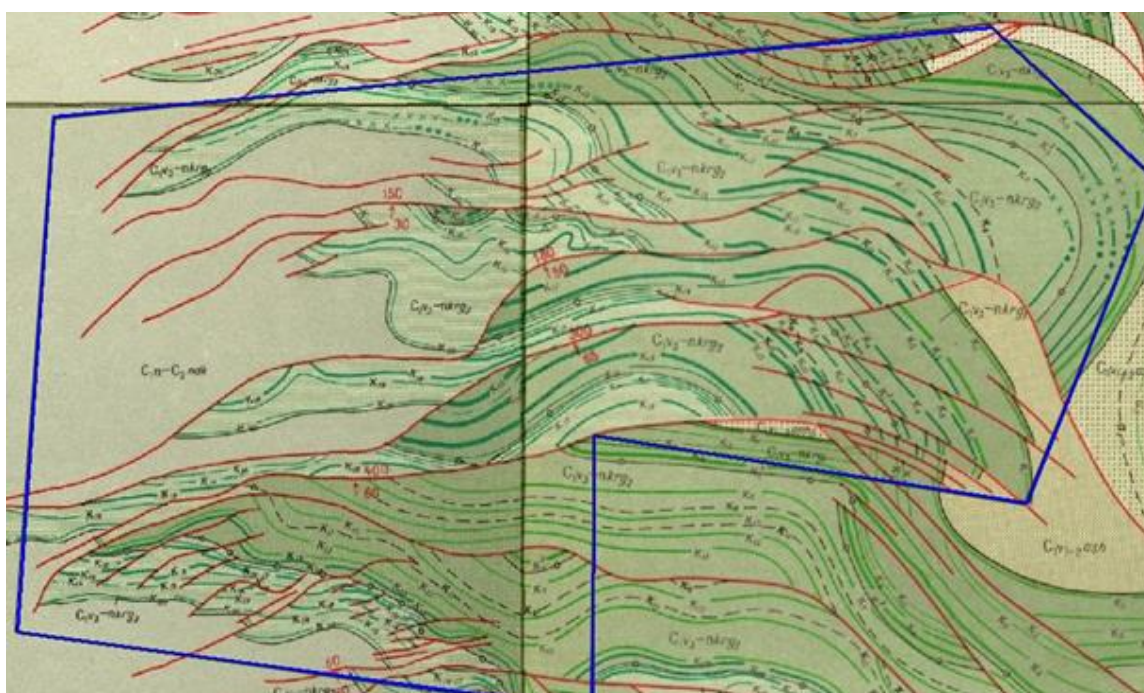
Көмір қабаттарынан метан өндіру технологиясы, оның ішінде алдын ала газсыздандыру мақсатында шетелде жеткілікті түрде табысты қолданылады, өйткені бүкіл әлемде көмір қабаттарының метан мәселесі үлкен көп қырлы мәнге ие болды.

5. Жоғарыда айтылғандардың негізінде, болжанбайтын тектоникалық бұзылыстар, көмір қабаттарының қуаты бойынша тұрақты және жату жағдайына қатысты, тектоникалық блокта және ығысулар арасына көлбеу бағытталған ұңғымаларды бұрғылау ұсынылады.

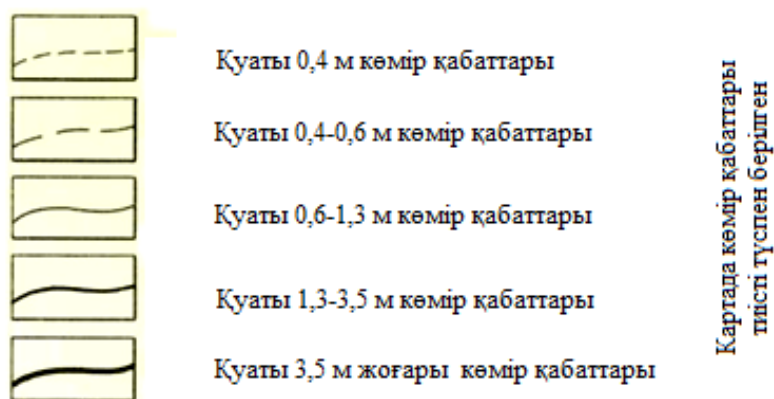
2 ШЕРУБАЙНҰРА ТЕЛІМІНДЕ МЕТАН ӨНДІРУ ҮШІН КӨМІР ҚАБАТТАРЫНАН ГАЗ БӨЛУДІ ҚАРҚЫНДАТУ ӘДІСТЕРІНІҢ ҒЫЛЫМИ-ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗДЕМЕСІ

2.1 Шерубайнұра телімінде эксперименттік жұмыстарды жүргізу шарттарының тау-кен-геологиялық негіздемесі және бұрын жүргізілген зерттеулердің нәтижелерін талдау

Шерубайнұра телімі Қарағанды облысы Абай ауданының аумағында орналасқан. Қарағанды бассейнін геологиялық-өнеркәсіптік аудандастыруға сәйкес жобалық алаң Шерубай-Нұра көмірлі ауданына жатады және Шерубай-Нұра синклиналинің оңтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан (суреттер 2.1, 2.2) [25].



Сурет 2.1 – Жұмыс ауданының геологиялық картасы. Масштаб 1: 50 000



Сурет 2.2 – Шолу геологиялық картасына шартты белгілер

Телімдің геологиялық құрылысына палеозой және кайнозой шөгінділері қатысады. Палеозойдың пайда болуы ашлярик, карагандинский, надкарагандинский қабаттарының тақтатас шөгінділерімен көрсетілген.

Шерубайнұра телімі, Шерубай-Нұра синклиналы шығыс қанатының оңтүстік бөлігінде орналасқан, күрделі тектоникалық жағдайлармен сипатталады – ол бір-біріне сығылған, көлденең ығысқан блоктарға бөлінеді. ашлярик және Қарағанды қабаттарының жыныстары ұзын бойлық антиклинальды және синклинальды қатпарлардан тұрады. Ірі қатпарлардың аясында олардың қанаттарын ирек қылатын және бүтіндей қатпарлықтың жалпы сипатын қайталайтын ұсақ қатпарлар бар. Қатпарлардың солтүстікке аударылу үрдісі тән және олардың бойлық жыртылуы, көбінесе үлкен орын ауыстыру шегі бар, лақтыру ығысу қиындауымен сипатталады. Кейбір ығысулар мөлшері ұлғайып, сығылуға өтеді [26].

Сипатталған телімнің көмірленуі жалпы алғанда жиынтық қалыңдығы 61,15 м болатын 20 көмір қабатына дейін құрайтын Қарағанды төменгі карбонмен байланысты. – K_{18}^1 , K_{18} , K_{16} , K_{14} , K_{13} , K_{12} , K_{11} , K_{10} , K_7 , K_6 , K_5^3 , K_4 , K_3 , K_2 , K_1

2.1.1 Қабаттарының газдылығына бұрын жүргізілген зерттеулерді талдау

Алдын ала барлау кезінде телімнің солтүстік бөлігінде (№4 "Шерубай-Нұра" шахтасының алаңы) жынысөзектен газ жинау құрылғысымен ұңғымаларда және герметикалық стакандарға 282 сынама, нәтижелі – 97 алынды) [27].

Көмір қабаттарының метанды аймағының беті 50-ден 150 м-ге дейінгі тереңдікте стратиграфиялық тереңдігімен азайтылып орналасады. Газдылықтың максималды өсуі 200-250 м тереңдікке дейін жүреді, мұнда оның мәні 10-18 м³/т г. м. жетеді. Тереңдікте ол едәуір баяу артады: 200ден 400 м-ге дейін 5-7 м³/т г. м., ал одан кейін әрбір 100 м тереңдікке өсім 1-2 м³/т г. м. аспайды. 1000 м тереңдікте газдылық 22-29 м³/т г. м құрайды.

K_{18} , K_{16} , K_{13} қабаттар үшін 100-200 м тереңдіктегі ауа кірмейтін стакандарға іріктелген сынамалардың деректері бойынша газбен желдену аймағының тереңдігі 140-150 м құрайды. Жынысөзектен газды алу құрылғыларына іріктелген сынамалар 200-400 м тереңдік аралығында шоғырланған. Тереңдіктегі газдылықтың қарқынды өзгеруі газбен желдену аймағының төменгі шекарасынан бастап 200 м тереңдікке дейін (0-ден 17 м³/т г. м. дейін) болады. Тереңдігі 200-ден 400 м-ге дейін тереңдікте ол тек 4 м³/т г-ға өседі. Қабаттардың ең көп жату тереңдігінде ол 22-24 м³/т г. м аспайды.

K_{12} - K_{11} қабаттарға арналған газды желдену аймағының тереңдігі 120 м құрайды. Қабаттардың газдылығы 120-300 м тереңдікте күрт өседі (0-ден 20 м³/т.г.м. дейін) және тереңдікте дерлік тұрақтанады. 300-600 м тереңдік аралығында газдылығы бар болғаны 5 м³/т г. м ұлғаяды.

K_{10} қабаты бойынша газбен желдену аймағының есептік тереңдігі 90 м құрады. 200-250 м тереңдікке дейін газдылығы 0-ден 18-19 м³/т дейін өседі және алаңның ең терең бөлігінде 21 м³ / т аспайды.

к₇, к₆, к₅³ қабаттар бойынша барлық дерлік сынамалар тереңдігі 200 м-ден астам іріктелген 700 м тереңдікке дейін газдылығы 3 м³/т г.ұлғаяды.

Қарағанды свитасының төменгі қабаттары к₄-к₁ 200-600 м тереңдікте сыналған. Газбен желдену аймағының тереңдігі шамамен 130 м. 250 м тереңдікке дейін газдылығы 0-ден 20 м³/т г. м дейін өседі. Қабаттардың ең үлкен тереңдікте (700 м жуық) ол 25 м³/т г құрайды) (сурет 2.1) [28].

Кесте 2.1 – "Шерубай-Нұра" көмір қабаттарының газдылығының орташа мәндері

Қабат	Орташа газдылығы м ³ /т	Қалыңдығы,м (жалпы/есептелінген)
к ₁₈	12,1	1,36 / 1,25
к ₁₆₋₁₇	15,4	1,7 / 1,5
к ₁₄	17,7	0,9 / 0,83
к ₁₃	15,4	5,83 / 5,1
к ₁₂	14,1	3,75 / 3,44
к ₁₁	16,8	1,29 / 1,09
к ₁₀	14,5	5,64 / 5,17
к ₇	18,0	3,22 / 2,89
к ₆	18,0	3,22 / 2,89
к ₅ ³	18,8	3,54 / 2,44
к ₄	14,9	2,2 / 0,83
к ₃	14,9	-
к ₂	16,2	-
к ₁	20,9	-
Ескерту – Әдебиет негізінде құралған [29]		

Барлық қабаттар бойынша газдылықтың орташа мән – 15,97 м³/т.

Барлық қабаттардың газдылығының өсуі газдық желден 200-250 м тереңдікке дейін өте күрт болады. Тұрақтандыру аймағында бір тереңдіктегі әртүрлі қабаттардың газдылығының шамаларындағы айырмашылық 3-4 м³/т г. м. аспайды.

Барлау кезеңінде көмір қабаттарының газдылығын зерттеу (1972-1975) негізінен жынысөзектен газды жинау құрылғысымен жүргізілді. Жынысөзектен газ жинау қондырғысын сынау кезінде алынған деректердің дұрыстығын тексеру және нақтылау үшін газ түсірілімі орындалды.

2.2 Қабат сынаушының көмегімен көмір қабаттарының газ-гидродинамикалық сипаттамаларын зерттеу

Қабаттардың газодинамикалық қасиеттері СҚЖ (сынақ құралдарының жиынтығы) кешенімен қабатты сынау нәтижелері бойынша анықталады.

Қабаттарды сынаушылардың жұмыс принципі пакердің көмегімен окшауланған көлемде қабатқа депрессияны құруға негізделген. Құрылған депрессияның әсерінен қабаттардағы сұйықтық (су, газ) бұрғылау құбырларына

еркін қозғалу мүмкіндігін алады – бұл сынақтың бірінші кезеңі, ашық ағын кезеңі.

Қабаттық қысымның шамасын анықтау үшін бұрғылау құбырларының бағандарынан арнайы клапанмен қаптама астындағы аймақты жабу жүргізіледі. Кіші пакерлік аймақтың аз көлемінде де - пресс воронкасын тез толтыруға және қысымды бастапқы қабаттық деңгейге дейін қалпына келтіруге қатысты жағдайлар жасалады – бұл сынаудың екінші кезеңі, ағынның жабық кезеңі.

ШР-5 ұңғымасында тұтас көмір қабатты қайта бұрғыланғаннан кейін бірден сынақ жүргізілді.

Көмір қабатын ашқаннан, ұңғыманы жуғаннан, объектінің орналасу интервалын анықтағаннан және пакерді орнату орнын анықтағаннан кейін аспап жиналып, ұңғымаға түсірілді. КИИ-65 ұңғымаға түсірілген бұрғылау штангалары бос қалдырылды.

Түсіру соңында бұрғылау штангалары бағанына жұмыс құбырын бұрап, бұрғылау құбыршегі газ есептегішімен біріктіріліп, құрал-сайманды кейін оны жүктеу үшін кенжарға отырғызылды. Жасалған жүктеменің қысымымен (бұрғылау штангалары бағанының салмағы) пакер ұзындығы бойынша қысқарады, диаметрі артады және ұңғыманың қабырғаларына жабысады, осылайша оның астындағы ұңғыманың қуысын ұңғыманың қалған бөлігінен бөледі.

Көмір қабаттарының өткізгіштігінің нақты көрсеткіштерін алу үшін бұрғылау құбырларындағы депрессияны шектеу жүргізілді. ҚҚС (қабаттарды құбырлы сынаушылар) түсіру кезінде бұрғылау құбырларына екі фазалы ағынның алынуына жол бермеу мақсатында су құйылды. Әрбір сынақ үшін депрессияның мөлшері тәжірибелік жолмен анықталады және әдетте 1,5-тен 2,0 МПа-ға дейін аралығын құрайды.

Осы сәттен бастап қабаттарды сынаушы қысыла бастады (жұмыс жүрісі 150 мм). Жұмыс жүрісінің соңында, 1-3 минуттан кейін жүктеме жасалғаннан кейін ішкі пакер астындағы кеңістігі ашылды, сол себепті, сынақ объектісі бұрғылау штангаларының қуысымен қатынасады. Қабаттарға қысым 1-2 кгс/см² дейін төмендеді, нәтижесінде бұрғылау штангаларының қуысына ағу пайда болды. Ағынның қарқындылығы газ есептегішінің көрсеткіші бойынша тіркелді [30].

Ашық ағын уақыты аяқталғаннан кейін жабық ағынның ілмекті-бұрма клапаны жабылды. Ол үшін құралды тарту арқылы алдымен бұрғылау штангаларының массасынан жабық ағын жүктемені 300-600 кгц-ке дейін азайтты, содан кейін құралды 20-25 айналымға бұрды. Жабық кезеңнің соңында пакер алынып, құралды көтерді.

Құралды сынама алу камерасынан көтергеннен кейін аударма басының көмегімен қабаттық судың сынамасы алынды.

ШР 5 ұңғымасында қабат сынақтары тек 2 (екі) көмір қабаттары бойынша жүргізілді, өйткені бұрғылау жұмыстары теліміндегі күрделі тектоникалық жағдайға байланысты K_{13} , K_{12}^2 және K_{12} төменгі қабаттары кесілмеген, жылжулардың, блок жүйесін құрайтын көптеген көлденең ығысулардың

болуымен көрсетілген, 473,9 метр тереңдіктен кенжарға дейін ұсақтаудың маңызды аймақтарын құрайтын, итергіштермен күрделенген, блок жүйесін құрайтын, ШР 5 ұңғымасы тектоникалық бұзылу аймағында болған, бұл ұңғымадағы көмір қабаттарының жатысының 20°-тан 70°-қа дейінгі өзгеруі, сырғу айналары және ысқылау жазықтықтары бар ретсіз жарықшақтардың болуы және ұңғыма қабырғаларының әлсіреуімен дәлелденеді.

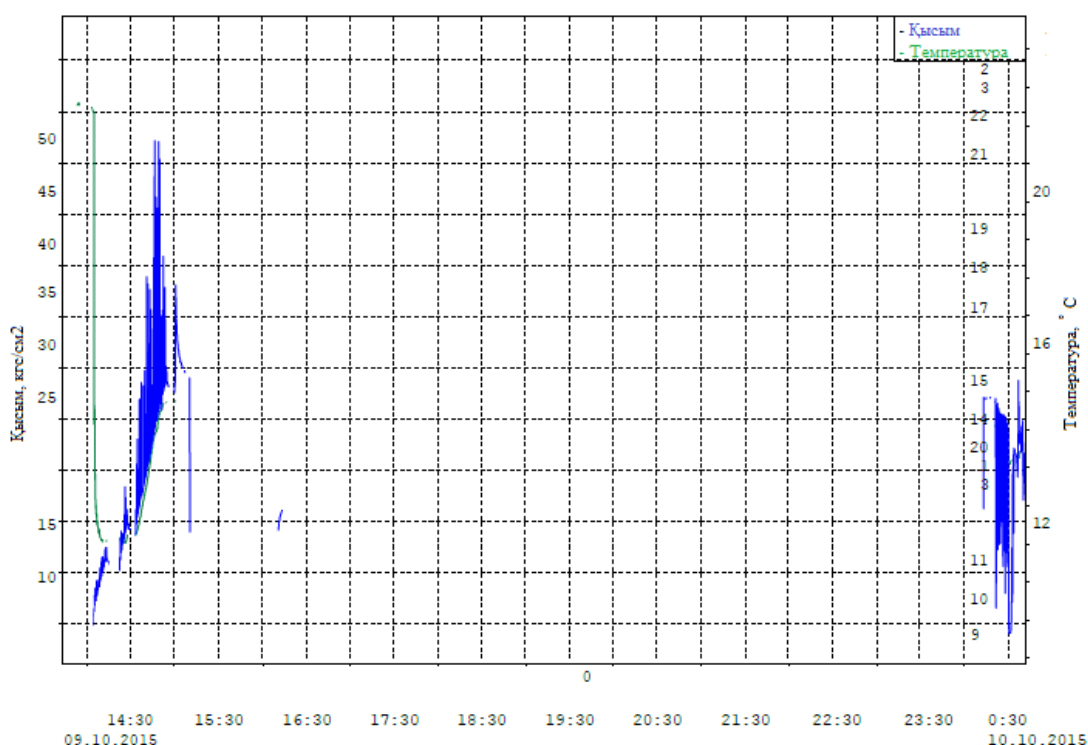
ШР-6 және ШР-7 ұңғымаларында қабаттарды сынау қабылданған әдістемеден ауытқи отырып жүргізілді, яғни ұңғыманы жобалау тереңдігіне дейін бұрғылау аяқталғаннан кейін сынақтар «төменнен жоғары» әдісі бойынша жүргізілді. Кейіннен сыналатын көмір қабатының жынысына дейін 6-20 метр шегінде кенжарда алдын ала балластпен бітеліп, цемент көпірі орнатылды.

Төменде ШР-5, ШР-6, ШР-7 ұңғымаларында жүргізілген қабатты сынау нәтижелері келтірілген 2.3-сурет.

ШР-5 ұңғымасы

1. Сынақ интервалы: 239,0-254,0 м.

Сынақ объектісі-к-16 көмір қабаты (240-248 м.)



Сурет 2.3 – К-16 көмір қабатын сынау кезіндегі қысым мен температура қисықтары

Бірінші жабық кезеңнің басында, ұзақтығы 10 минут, қысым пакерлеу кезінде шаю сұйықтығының қысымы болып табылатын 2,21-ден 3,29 МПа-ға дейін және кезеңнің соңына қарай 2,4 МПа-ға дейін төмендейді.

1 сағатқа созылатын ашық кезеңде әлсіз, кезеңнің соңына қарай 0-ге дейін сөнетін, 2 литр көлеміндегі су ағыны тіркелді. Ең үлкен ағыны тәулігіне 1,4 м³

кұрайды, орташа ағыны-0,04 м³/тәу. Қысым 0,914-тен 0,93 МПа-ға дейін өзгерді. 8 сағатқа созылатын екінші жабық сынақ кезеңінде қысым келесідей өзгереді. Алғашқы екі минутта қысымның өсуі 0,93-тен 1,12 МПа-ға дейін. Содан кейін қысымның 1,17 МПа-ға дейін өсуімен 15 минут ішінде қысық иілуі байқалды. Әрі қарай, 5 сағат ішінде қысымның 1,13 МПа-ға дейін өте қалыпты төмендеді және сынақ аяқталғанға дейін 1,14 МПа дейін қалыпты өсті.

Қабатқа депрессияны азайту және екі фазалы ағынды болдырмау үшін бұрғылау құрылғысына 99 метр (267 литр) техникалық су құйылды. Құралды бұрғылау құрылғысында көтеру кезінде 269 литр су өлшенді. Сынама іріктеу камерасында газ жоқ. Бұрғылау құралын 190 метр тереңдікте көтерген кезде құрылғы қысылып қалды және оны көтеруге тырысқанда үзілуі орын алды. Апатты жою 1,5 тәулікке созылды.

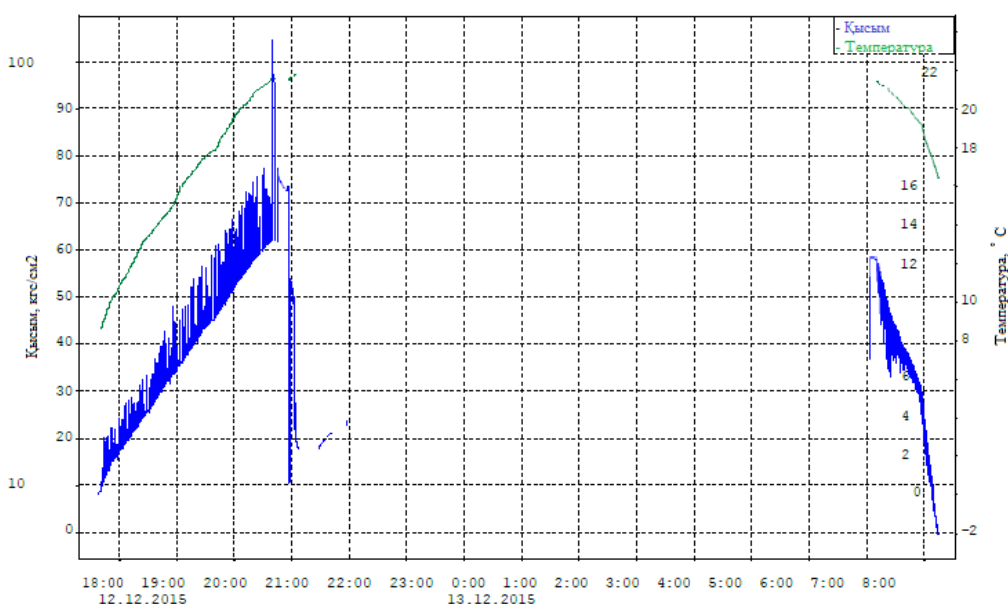
Ағынды түріне және қысымды қалпына келтіру қисығының өзгеру сипатына сүйене отырып, сынақ объектісі сулы әлсіз өткізгіш ретінде бағаланады. Қабаттың параметрлері ВСЕГИНГЕО әдісімен есептелген.

Өлшенген және есептелген параметрлер:

1. $P_{\text{шаю с.}} - 2,22 \text{ МПа.}$
2. $P_{\text{кенж.}} - 1,14 \text{ МПа}$ $P_{\text{каб.}} - 1,17 \text{ Мпа.}$
3. $H_{\text{ст.}} - -25 \text{ м.}$
4. $Q_{\text{макс.}} - 1,44 \text{ м}^3/\text{тәу}$ $Q_{\text{орт.}} - 0,04 \text{ м}^3/\text{тәу.}$
5. $Q_{\text{мин.}} - 0 \text{ м}^3/\text{тәу}$ $T_{\text{кенж.}} - 13,3^\circ\text{C}$ $K_{\text{өтк.}} - 0,05 \text{ мД.}$
6. $K_{\text{ф.}} - 0,00043 \text{ м/тәу}$ $K_{\text{ф.м.}} - 0,0034 \text{ м}^2/\text{тәу.}$
7. S (скин-факторы) – - 0,2.
8. χ (пьезоөткізгіштік) – $5 \cdot 10^3 \text{ см}^2/\text{сек.}$
9. ШР-6 ұңғымасы.

2. Сынақинтервалы: 623,0-640,0 м.

Сынақ объектісі-к-12 көмір қабаты (сурет 2.4), (626,7-631,6 м)



Сурет 2.4 – К-12 көмір қабатын сынау кезіндегі қысым мен температура қисықтары

Бірінші жабық кезеңнің басында, ұзақтығы 10 минут, қысым пакерлеу кезінде шаю сұйықтығының қысымы болып табылатын 6,19 МПа-дан 7,72 МПа-ға дейін және кезеңнің соңына қарай 7,25 МПа-ға дейін төмендейді.

Ілмекті-бұрылу клапанын ашу кезінде аспапты айналдыру кезінде 4 минут ішінде пакеровканы бітеумен 2 метрге аспаптың істен шығуы орын алды. 16 литр көлеміндегі су ағыны ашық кезеңнің бірінші минутында тіркелді. Бұл ретте кенжар қысымы 1,1-ден 5,2 МПа-ға дейін көтерілді. Содан кейін қысымды 1,8 МПа-ға дейін біртіндеп төмендетумен қайта пакеровка жасалды. Әрі қарай, кезең аяқталғанға дейін, 20 минут ішінде қысым іс жүзінде өзгермейді және 1,8 МПа құрайды. Ашық кезеңнің негізгі уақытында ұңғыманың сағасына ағу тіркелген жоқ.

9,5 сағатқа созылатын екінші жабық сынақ кезеңінде қысым келесідей өзгереді. Алғашқы 30 минутта қысымның біртіндеп өсуі 1,8-ден 2,4 МПа-ға дейін. Содан кейін, пакеровканы депрессиясыз құралдың кейбір сәтсіздігінің арқасында қысымның 2,15 МПа-ға дейін төмендеуі байқалады. Бұдан әрі жабық кезең аяқталғанға дейін әлсіз көрсетілген асимптот бойынша қысымның 3,71 МПа-ға дейін өсуі, бұл 4,65 МПа құрайтын есептік қысымның 80%-ын құрайды.

Қабатқа депрессияны азайту және екі фазалы ағынды болдырмау үшін құралды кенжарға түсіру кезінде бұрғылау құрылғысына 100 метр (285 литр) техникалық су құйылды. Құралды бұрғылау құрылғысында көтерген кезде 360 литр су ауыстырылды, бұл бұрандалы қосылыстардың герметикалығына байланысты құрылғыға түсуі мүмкін. Сынама іріктеу камерасында газ жоқ.

Ашық кезеңнің негізгі уақытында ағынның болмауына және қысымды қалпына келтіру қисығының түріне байланысты сынақ объектісі газды әлсіз өткізгіш ретінде бағаланады

Қабаттың параметрлері Хорнер әдісімен есептелген.

Өлшенген және есептелген параметрлер.

1. $P_{\text{шаю с.}} - 5,84 \text{ МПа.}$

2. $P_{\text{кенж.}} - 3,71 \text{ МПа}$ $P_{\text{есеп.}} = P_{\text{каб}} - 4,65 \text{ МПа.}$

3. $H_{\text{ст.}} - -25 \text{ м.}$

4. $T_{\text{кенж.}} - 21,5^{\circ}\text{C}$ $K_{\text{өтк.}} - 0,007 \text{ мД.}$

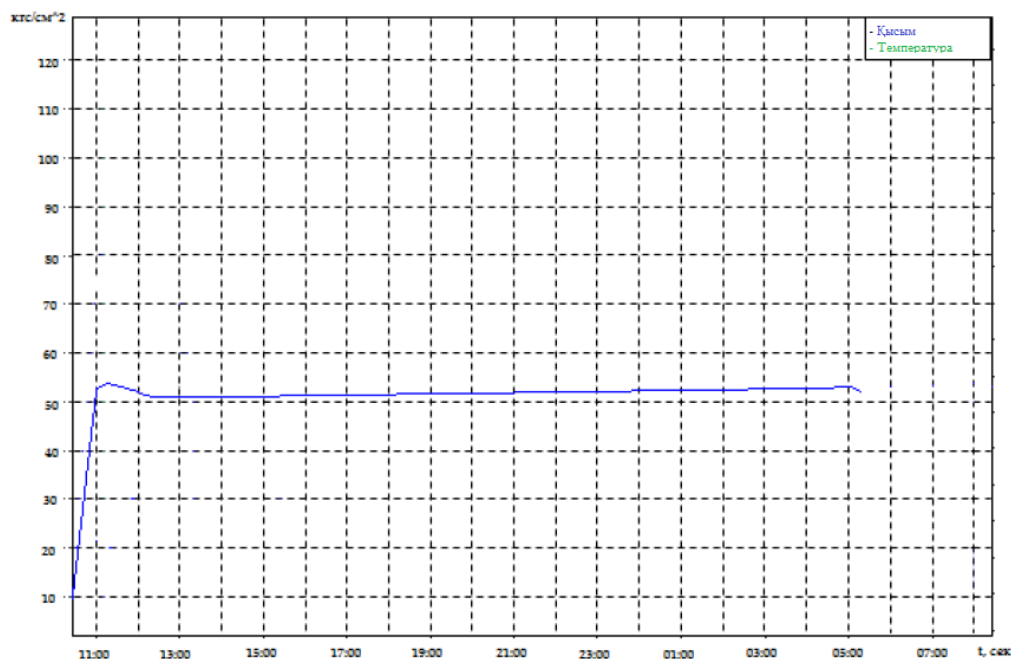
5. S (скин-факторы) $- +3,2.$

6. α (пьезоөткізгіштік) $- 5,5 \cdot 10^3 \text{ см}^2/\text{сек.}$

ШР – 7 ұңғымасы.

10. Сынақ интервал: 422-466 м.

Сынақ объектісі-к-13 көмір қабаты (сурет 2.5), (427,2 – 429,7 м.)



Сурет 2.5 – К-13 көмір қабатын сынау кезіндегі қысым мен температура қисықтары

Бірінші жабық кезеңде, ұзақтығы 15 минут, 4,13 МПа-дан 4,23 МПа-ға дейін қысымның секіруі, кейін, пакерлеу кезінде шаю сұйықтығының қысымы 4,12 МПа дейін төмендейді.

1 сағатқа созылатын сынаудың ашық кезеңінде 15 минуттан кейін аяқталатын 46 литр көлемінде ағын тіркелді. Қысым іс жүзінде өзгермейді және 4,08 МПа құрайды. Ең үлкен ағыны тәулігіне 10 м^3 құрайды. 15 минут аралығында орташа ағыны $4,4 \text{ м}^3$ құрайды. 9 сағатқа созылатын жабық сынақ кезеңінде қысым 4,08-ден 4,19 МПа-ға дейін өзгереді. Асимптот бойынша қысым 4,22 МПа дейін қалпына келтіріледі және одан әрі сынақ аяқталғанға дейін өзгермейді. Құралды бұрғылау құрылғысына түсіру кезінде 150 метр (425 литр) су құйылды. Құралды бұрғылау құрылғысында көтеру кезінде 780 литр су өлшенді. Сынама іріктеу камерасында газ болған жоқ.

Ағынды қисықтардың өзгеруі мен қысымның қалпына келу сипатына сүйене отырып, сынақ объектісі нашар сулы деп бағаланады. Қабаттың параметрлері ВСЕГЕИ әдісі бойынша есептелді.

Өлшенген параметрлер:

1. $P_{\text{шаю с.}} - 4,13 \text{ МПа.}$
2. $P_{\text{кенж.}} = P_{\text{қаб.}} - 4,2 \text{ МПа.}$
3. $H_{\text{ст.}} - -3,5 \text{ м.}$
4. $Q_{\text{макс.}} - 10,0 \text{ м}^3/\text{тәу}$ $Q_{\text{орт.}} - 4,4 \text{ м}^3/\text{тәу.}$
5. $Q_{\text{мин.}} - 0,86 \text{ м}^3/\text{тәу}$ $T_{\text{кенж.}} - 16,2 \text{ }^\circ\text{C}$ $K_{\text{өтк.}} - 2,6 \text{ мД.}$
6. $K_{\text{ф.}} - 0,003 \text{ м/тәу}$ $K_{\text{ф.м.}} - 0,04 \text{ м}^2/\text{тәу.}$
7. S (скин-факторы) – - 0,5.
8. γ (пьезоөткізгіштік) – $3,5 \cdot 10^5 \text{ см}^2/\text{сек.}$

ШР-5 ұңғымасында көмір қабаттары Сулы аз өткізгіш ретінде сипатталады, өткізгіштігі 0,009-дан 0,05 мД-ге дейін өзгереді. 240-248 м (к₁₆ қабаты) ашық кезеңде сынау кезінде 2 литр көлемінде өте төмен су ағыны алынды (Q ср.-0,04 м³/тәу.), ал 343-346м (к₁₄ қабаты) аралығында ағын тіркелмеген.

ШР-6 ұңғымасында к₁₂ (623-640 м) көмір қабатының өткізгіштігі өте төмен және 0,007 м құрайды. ШР-6 ұңғымасында к₁₂ (623-640 м) көмір қабатының өткізгіштігі өте төмен және 0,007 м құрайды. Қалған зерттелген қабаттар өте жоғары өткізгіштігімен сипатталады, ол 10,7-ден 15 мД-ге дейін өзгереді. Сынақтар кезінде орташа дебиті 5,5-тен 19,5 м³/тәу-ге дейінгі ерітілген газдың аздаған мөлшері бар су ағыны алынды.

ШР-7 ұңғымасында к₁₂ қабаты 2,4 мД өткізгіштігі бар еріген газы бар сулы зат ретінде сипатталады [31].

2.2.1 Көмір қабаттарының сіңіру қабілеті

Көмірдің сіңіру қабілеті - бұл қабаттық қысымның төмен мәндерінде газдың үлкен көлемін ұстап тұру мүмкіндігі. Бұл қасиет Ван-дер-Вааль күштерінің әлсіз молекулааралық тартылуының әсерінен пайда болатын сіңіру құбылысына байланысты қалыптасады. Көмірдегі газдың үлкен көлемін көмірдің микрокеуектілігінің үлкен ішкі ауданы есебінен ұстап тұра алады.

Қысымның өзгеруімен анықталатын көмірдің газдағы сіңіру қабілеті Ленгмюрдың сорбция изотермиясымен сипатталады, ал белгілі бір температурада көмірде сақталуы мүмкін газдың максималды мөлшері Ленгмюр изотермасының теңдеуімен сипатталады. Бұл теңдеу келесідей:

$$C_g = (V_1 * P) / (P_1 + P) \quad (2.1)$$

мұнда C_g - матрицалық газдың концентрациясы;

V_1 - Ленгмюр бойынша көлем;

P_1 - Ленгмюр бойынша қысым;

P - жарықшақтар жүйесіндегі қабаттық қысым.

Көмір сіңіруінің изотермаларын анықтау термобарикалық жағдайларды толық реттеген кезде зертханалық жағдайда жүзеге асырылады. Зерттеу нәтижесінде температура мен ылғалдылықтың тұрақты мәндерінде көмірдің қысымы мен сіңіру қабілеті арасындағы байланыс анықталады [32].

Шерубайнұра телімінде метан бойынша көмірдің сіңіру қабілетін анықтау бойынша зертханалық жұмыстар 2015-2016 жылдар кезеңінде далалық және зертханалық жағдайларда жүргізілді. Ол үшін 3 барлау ұңғымасынан жынысөзек үлгілері зерттелді. Жынысөзек үлгілері к₁₈₋₁, к₁₆, к₁₄, к₁₃, к₁₂₋₂, к₁₂, к₁₁, к₁₀, к₆, к₅³ қабаттардан алынды. Жынысөзектің 35 үлгісінде десорбцияланған және қалдық газдың мөлшері мен құрамы анықталды.

Десорбцияланған газдың мөлшері Geokrak далалық зертханасында іріктеп алынғаннан кейін бірден өлшенді. Жынысөзек қабаттың температурасына дейін қыздырылған ауа кірмейтін ыдысқа салынып, босатылған газдың көлемі

өлшенді. Егер 24 сағат ішінде бөлінген газ көлемі 5 см^3 аспаса, бұл ретте 7 күн ішінде бөлінген газ көлемі десорбцияланған газдың жалпы мөлшерінің 1%-нан аспаса, десорбция үдерісі аяқталды деп есептелді. Қалдық газдың көлемі бұрын десорбция үдерісіне ұшыраған жынысөзектің ұсақталған үлгілерімен өлшенді. Жынысөзектерді іріктеу кезіндегі газдың шығыны жынысөзектерді көтеруге және герметизациялауға жұмсалған уақытты ескере отырып, газдың десорбция қисығы бойынша бағаланды.

Жекелеген үлгілердегі газдың жалпы құрамы $12,61 \text{ м}^3/\text{т г. м.}$ -ден $18,45 \text{ м}^3/\text{т г. м.}$ -ге дейін құрады. Қабат бойынша орташа есеппен алғанда газдың құрамы K_{18-1} қабат бойынша $15,02 \text{ м}^3/\text{т г.м.}$ K_6 қабат бойынша $17,36 \text{ м}^3/\text{т г. м}$ болып өзгереді. Қабаттар бойынша газдың нақты өлшенген мөлшері $9,33\text{-}14,05 \text{ м}^3/\text{т}$ құрады. Қабаттар бойынша ең жоғары газдылығы K_{18-1} қабат бойынша $15,02 \text{ м}^3/\text{т.м.}$, $_{13}$ қабат бойынша $18,45 \text{ м}^3/\text{т. м}$ дейін құрады. Барлық үлгілер метан газдарының аймағында таңдалды, бұл осы аймақтағы газдардың үгілу тереңдігін анықтауға мүмкіндік бермеді. Десорбцияланған газдың құрамы $97,8\text{-}99,6\%$ моль метаннан тұрады. Метаннан басқа, құрамында аз мөлшерде этан, пропан, азот және көмірқышқыл газы бар. Қалдық газда метан - $88,5\text{-}99,4\%$ басым компонент болып табылады [33].

Көмір үлгілеріндегі метан сіңіруінің изотермалары манометрлік әдіспен анықталды. Қондырғы әртүрлі қысым кезінде метанды мөлшерлейтін сорғыдан, қысыммен жұмыс істейтін ыдыстан, температураны тұрақтандыру үшін қысым датчиктерінен және су ваннасынан тұрды. Метанның сорбциясын өлшеу қабаттық температурадан асатын қысымға дейінгі қысым ауқымында жүргізілді. Адсорбция изотермасын зерттеу нәтижелері бойынша бірқатар үлгілер бойынша көмір қабаттарының газбен қанықпайтындығы анықталды

2.2-кестеде Geokrak, NCCBM, CoreLab (2015-2016) компанияларының зертханаларында жүргізілген зерттеулердің нәтижелеріне салыстырмалы талдау келтірілген.

Кесте 2.2 – Geokrak, NCCBM, CoreLab (2015-2016) компанияларының зертханаларында жүргізілген зерттеулердің нәтижелеріне салыстырмалы талдау

Ұнғ №	Тереңдігі, м	Қабат	Үлгінің ылғал дылы ғы, %	Үлгіде күлдің мөлше рі %	Түйір шіктер дің орташа өлше мі, мм	Изо терма температ урасы, °C	Лэнгмюр бойынша сіңіру сыйымдылық, $\text{м}^3/\text{т}$		Ленг мюр бойын ша қысым, МПа
							өлшен ген	кұрғақ күлсіз массаға	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Geokrak зертханасы</i>									
ШР-5	242,10-242,42	K_{16}	2,10	10,14	0,44	8,9	29,17	33,25	1,34
ШР-5	339,73-340,00	K_{13}	2,50	17,20	0,44	8,9	26,29	32,73	1,40
ШР-6	347,60-348,00	K_{13}	2,20	15,05	0,44	8,9	25,76	31,25	1,32
ШР-6	630,30-630,70	K_{12}	2,60	19,68	0,44	16,9	22,61	29,09	1,41
ШР-6	713,55-713,85	K_{10}	2,86	11,14	0,44	18,0	23,17	29,81	1,08

Кестенің жалғасы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ШР-7	327,10-327,28	K ₁₃	2,40	17,18	0,44	8,9	24,18	30,13	1,27
ШР-7	724,08-724,50	K ₁₀	1,00	32,04	0,44	16,9	18,60	28,17	1,81
ШР-7	826,60-827,00	K ₇	0,90	24,95	0,44	18,0	17,78	26,93	1,00
<i>NCCBM зертханасы</i>									
ШР-5	220,50-220,90	K ₁₈	-	-	-	24,0	25,54	27,57	1,77
ШР-5	242,60-243,00	K ₁₆	-	-	-	25,0	22,04	25,16	1,81
ШР-5	338,90-339,25	K ₁₃	-	-	-	25,0	24,69	29,02	1,83
ШР-5	340,70-341,10	K ₁₃	-	-	-	25,0	27,47	32,04	1,98
ШР-6	221,21-221,59	K ₁₈	-	-	-	24,0	24,58	27,75	1,81
ШР-6	348,00-348,40	K ₁₃	-	-	-	25,0	24,24	27,44	1,90
ШР-6	356,60-357,00	K ₁₂₋₂	-	-	-	25,0	22,09	27,15	1,80
ШР-6	630,70-631,10	K ₁₂	-	-	-	29,0	25,69	28,80	1,95
ШР-6	708,80-709,20	K ₁₀	-	-	-	29,0	24,43	30,12	1,95
ШР-6	709,70-710,10	K ₁₀	-	-	-	29,0	19,08	27,31	1,81
ШР-7	327,45-327,80	K ₁₃	-	-	-	25,0	26,36	29,78	1,95
ШР-7	672,06-672,40	K ₁₁	-	-	-	29,0	18,55	21,88	1,95
ШР-7	724,50-724,90	K ₁₀	-	-	-	32,0	24,54	27,45	2,14
ШР-7	726,60-727,00	K ₁₀	-	-	-	32,0	23,92	27,43	2,04
ШР-7	825,62-826,00	K ₇	-	-	-	32,0	26,54	32,33	1,61
ШР-7	857,30-857,54	K ₅ ³	-	-	-	32,0	14,60	19,38	1,14
<i>CoreLab зертханасы</i>									
ШР-5	220,90-221,00	K ₁₈	4,29	17,10	0,60	11,3	23,33	29,67	1,99
ШР-5	243,20-243,30	K ₁₆	5,71	23,30	0,60	11,7	22,11	31,14	2,19
ШР-5	340,00-340,10	K ₁₃	4,53	34,10	0,60	13,6	15,58	25,37	1,59
ШР-5	340,25-340,35	K ₁₃	3,24	10,00	0,60	13,6	25,50	29,40	1,57
ШР-6	349,18-349,28	K ₁₃	2,82	6,52	0,60	13,7	24,32	26,82	1,28
ШР-6	355,62-355,75	K ₁₂₋₂	3,54	30,80	0,60	13,8	15,39	23,45	1,60
ШР-6	626,75-626,88	K ₁₂	3,23	16,90	0,60	19,0	20,82	26,06	1,76
ШР-6	629,60-629,74	K ₁₂	3,17	14,50	0,60	19,1	21,33	25,93	1,50
ШР-6	713,90-714,06	K ₁₀	3,50	19,30	0,60	20,7	21,73	28,15	2,04
ШР-7	325,50-325,62	K ₁₃	4,26	43,20	0,60	13,3	10,01	19,06	1,56
ШР-7	621,10-621,23	K ₁₂	2,70	14,70	0,60	18,9	20,70	25,06	1,98
ШР-7	723,65-723,76	K ₁₀	3,29	23,50	0,60	20,9	18,39	25,11	1,69
ШР-7	723,87-724,00	K ₁₀	2,84	12,30	0,60	20,9	20,54	24,20	1,78
ШР-7	826,00-826,14	K ₇	2,38	29,80	0,60	22,8	15,81	23,33	1,19
ШР-7	826,14-826,29	K ₇	2,43	35,40	0,60	22,8	16,01	25,77	1,35

Өлшеу алдында көмір үлгісі ұсақталып, қажетті түйіршік мөлшеріне дейін еленді, тепе-теңдік ылғалдылығы анықталды. Нәтижесінде әр түрлі қысым кезінде адсорбцияланған газ көлемінің мәні алынды.

Geokrak және NCCBM компанияларында жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бір-біріне өте жақын. CoreLab нәтижелері олардан біршама ерекшеленеді, Лангмюрдың сіңіру сыйымдылығы сәл төмен. Geokrak және NCCBM компанияларының нәтижелері бойынша көмір үлгілеріндегі нақты өлшенген газ мөлшері Лангмюр формуласы бойынша есептелген шекті

сыйымдылықтан төмен болды, бұл көмір қабаттарының газбен қанықпауын көрсетеді. Geokrak компаниясының есептеулеріне сәйкес, үлгілердің қанықпауы 18-ден 41%-ға дейін, орташа есеппен 29% құрайды. CoreLab компаниясының мәліметінше, Лэнгмюр бойынша сіңіру сыйымдылық төмен болғандықтан, бірқатар үлгілер бойынша нақты қанықтылық 100%-ға жақындайды. Нәтижелердегі бұл сәйкессіздіктер үлгілерді іріктеу және дайындау шарттарының айырмашылығына, сондай-ақ әртүрлі ұйымдардағы зерттеу әдістерінің айырмашылығына байланысты болуы мүмкін.

Жалпы, Шерубайнұра телімі бойынша газ көлемі шахталар алқабына карағанда аз болды. Мүмкін, бұл деректердің аздығымен (барлығы үш ұңғыма бойынша), сондай-ақ сынамалар жынысөзек газ жинағыштарға іріктелмегендігімен, ал газ жоғалым мөлшері десорбция қисықтармен есептелген, бұл жоғалған газдың мөлшерін анықтау кезінде дәлсіздіктерге әкелуі мүмкін [34].

2.3 Жанас жыныстардың газдылығы

Сынамалардың жалпы салмағының 50%-нан астамы тау жыныстардың массасына жатқызылған. Алайда, оларда жанғыш массаның едәуір бөлігінің болуы тау жыныстарының газдылығын бағалауға мүмкіндік бермейді. Жынысқа жатқызылған сынамалар бойынша жыныстың газдылығы 6 м³/т аспайды. Телімнің оңтүстік бөлігінде («Топар» шахтасының алаңы) жыныстардың газдылығы 2 м³/т, солтүстік бөлігінде – 3 м³/т (Шерубайнұра шахтасының алаңы) орташа 1 м³/т жыныстарды құрайды. Ол үлгінің литологиялық құрамына тәуелді емес және тереңдігімен өзгермейді.

2.4 Қабаттық жағдайларда өткізгіштігін бағалау үшін ұңғымадағы көмір қабаттарды және қабаттық қысымды қалпына келтіру қисығы әдісімен сынау

Толық зерттеу, салыстыру және талдау, барлау ұңғымаларында бұрын алынған қабаттарды сынау нәтижелері үшін КҚМ өндіру әлеуетін бағалау үшін көмір қабаттарын қосымша зерттеу кешені жүргізілді, оның ішінде:

- көмірлі қабаттардың жарықшақтығын талдау үшін ашық оқпанда ҰГЖ кеңейтілген кешенін жүргізу, қабаттардың жату ерекшеліктерін одан әрі зерттеу үшін жазық кернеулердің бағытын және қабаттың анизотропиясын бағалау, сондай-ақ ҚГЖ түрін оңтайландыру;

- қабаттық жағдайлардағы өткізгіштікті және қабаттық қысымды ҚҚКҚ әдісімен бағалау үшін ұңғымадағы қабаттарды, ағыс режиміндегі сұйықтық құрамын талдау жолымен десорбция қысымын, ҚГЖ жарықтарын ашу және жабу қысымдарын, сондай-ақ қабаттың геомеханикалық параметрлерін микро-ҚГЖ әдісімен сынау.

Шерубайнұра телімінде Ш-9 тік ұңғымасы бұрғыланды. Зерттеу жүргізу кезінде ұңғыма диаметрі 215.9 мм болатын 905 м тереңдікке дейін бұрғыланды және 244.5 мм бағанмен 155 м дейін шегенделді.

2017 жылғы 15-18 шілде аралығында Ш-9 ұңғымасында МДС кабелінде қабаттарды сынаушыны қолдана отырып, көмір қабаттарының сүзу – сыйымдылық қасиеттерін (ССҚ) бағалау үшін ҚҚҚҚ жазу мақсатында гидродинамикалық каротаж (ГДК) жүргізілді. Зерттеулер каротаждық кабельде жүргізілді.

Жалпы, түсу кезінде қабаттық қысымды өлшеуге және тоғыз түрлі тереңдікте ҚҚҚҚ жазуға он екі әрекет жасалды. Деректерді өңдеу барысында:

- үш тереңдіктегі қысымды қалпына келтіре отырып, жақсы сападағы төрт өлшеу, бірақ бір тереңдіктегі ҚҚҚҚ -ның екі жазбасы сандық түсіндіруге жатпайды, өткізгіштігін бағалау сапалық деңгейде жасалады. Түсіндірудің негізгі нәтижелері 2.3 кестеде келтірілген.

Кесте 2.3 – Каротаж нәтижелері бойынша жиынтық кесте

Түсіру	Файл номері	Пакер қондырғы интервалы	Қабаттың интервалы	ҚҚҚҚ кезінде соңғы өлшенген қысым	Қысым өлшемдерінің шынайылығы	Сынуға дейінгі ұңғыма оқпаны қысымы	Сынуға кейінгі ұңғыма оқпаны қысымы
2	3_7	204.2-207.6	204.2-207.7	1.9538	жоғары	2.4053	2.4052
2	3_1	392.8-396.2	393.0-396.0	1.7962	қанағат	4.5618	4.5619
2	3_2	392.8-396.2	393.0-396.0	1.9459	жоғары	4.5804	4.5881
2	1_1	481.3-484.7	482.4-484.2	-	-	5.5788	5.5801
2	2_1	339.5-543.0	540.0-543.0	5.7865	қанағат	6.2447	6.2432
1	2_2	534.4-545.0	540.0-543.0	6.2070	жоғары	6.3128	6.2926
1	2_1	610.0-620.5	613.0-618.7	-	-	7.1952	7.1907
1	2_3	655.5-666.0	659.2-664.3	-	-	7.6858	7.6840
2	3_3	688.0-691.4	688.0-691.5	-	-	7.9698	7.9168
1	2_4	729.5-740.1	732.8-738.0	-	-	8.5326	8.5323
2	3_5	877.8-881.2	878.0-881.0	-	-	10.1507	10.1806
2	3_6	878.6-882.0	878.0-881.0	-	-	10.1602	10.1784

Біркатар тереңдіктерде зерттелген интервалдардың сүзу – сыйымдылық қасиеттерін бағалау үшін ҚҚҚҚ жазбасы жүргізілді. ҚҚҚҚ деректерін түсіндіру билогарифмдік және жартылай логарифмдік координаттардағы график бойынша гидроөткізгіштікті (kh/μ) бағалау жолымен, сондай-ақ кері есепті регрессиялық талдау әдісімен шешу арқылы жүргізілді. ҚҚҚҚ интерпретациясы кезінде кіріс параметрлері ретінде ҰГЖ деректері (интервалдың қуаты, кеуектілігі) және ағынның сипаты туралы терең оптикалық талдау деректері пайдаланылды. Су фракциясының тұтқырлығы, тығыздығы және сығылу мәндері әртүрлі ара қатынаста алынды [35].

204.2 – 207.6 м тереңдіктегі қысымды өлшеу (пакерді орнату аралығы):

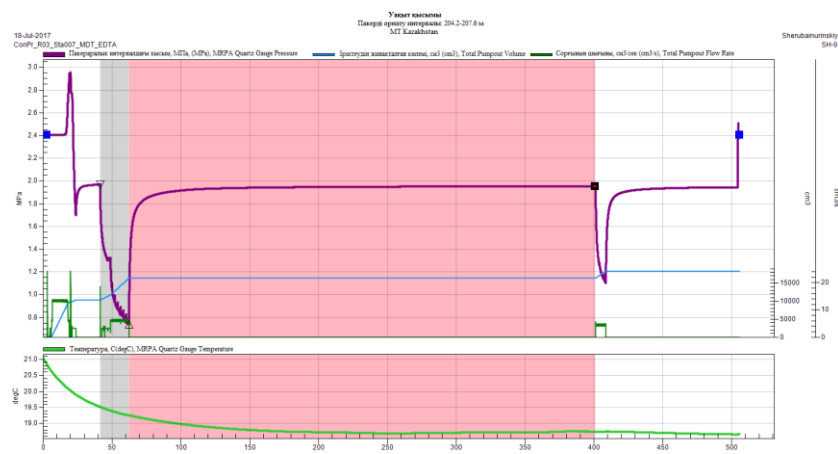
- 204.2-207.6 м тереңдікте 3.4 м интервал аралығы бар қос пакер орнатылды;

- сұйықтықты пакераралық интервалдан шығару үш кезеңде жүргізілді, ҚҚҚҚ жазу үшін тоқтаулар болды;

- сору жылдамдығы 3.0-ден 4.8 см³/сек-ке дейін өзгерді, 9 л сұйықтық таңдалды;

- қысым 1.9538 МПа-ға дейін қалпына келді және ең жоғары депрессия 1.22 МПа құрады.

Іріктеу параметрлерінің жиынтық кестесі 2.6 суретте келтірілген.



Сурет 2.6 – Іріктеу параметрлерінің жиынтық кестесі
(қысым, шығыс, көлем; температура)

392.8-396.2 м тереңдіктегі қысымды өлшеу (пакерді орнату аралығы):

- 3.4 м интервалда аралығы бар қос пакер 392.8-396.2 м тереңдікте орнатылды;

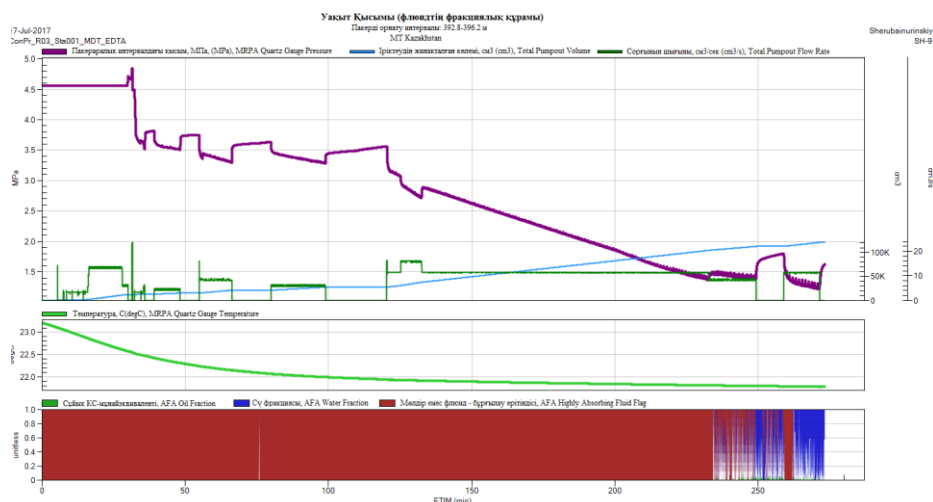
- үш қысқа ҚҚҚҚ жазылды, айдау жүргізілді;

- айдаудың соңында анализаторда газ белгілері бар су фракциясы (сүзгісі немесе қабаттық су) байқалды;

- сору жылдамдығы 4.1-ден 16.5 см³/сек-ке дейін өзгерді, 110 л сұйықтық таңдалды;

- қысым 1.7962 МПа-ға дейін қалпына келді және максималды депрессия 0.41 МПа құрады.

Іріктеу параметрлерінің жиынтық кестесі 2.7 суретте келтірілген.



Сурет 2.7 – Іріктеу параметрлерінің жиынтық кестесі
(қысым, шығыс, көлем; температура; сұйықтықтың фракциялық құрамы)

392.8-396.2 м тереңдіктегі қысымды өлшеу (пакерді орнату аралығы):

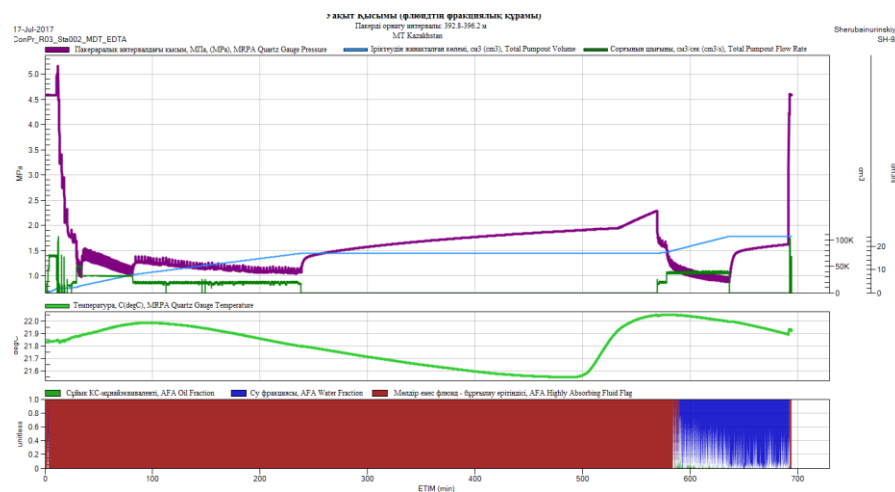
- 3.4 м интервал аралығы бар қос пакер 392.8-396.2 м тереңдікте орнатылды;

- 5 және 1 сағатқа созылатын екі ҚҚКҚ жазылды. Екінші ҚҚКҚ айдаудан кейін су ағысында газ белгілері бар су фракциясы пайда болғанға дейін жазылды;

- айдау жылдамдығы 4-тен 9.5 см³/сек-ке дейін болды, 98 л сұйықтық алынды, кенжар қысымы 0.9-дан 1.1 МПа-ға дейін өзгерді;

- қысым 1.9459 МПа-ға дейін қалпына келді және максималды депрессия 0.87 МПа құрады.

Іріктеу параметрлерінің жиынтық кестесі 2.8 суретте келтірілген.



Сурет 2.8 – Іріктеу параметрлерінің жиынтық кестесі
(қысым, шығыс, көлем; температура; сұйықтықтың фракциялық құрамы)

481.3-484.7 м тереңдіктегі қысымды өлшеу (пакерді орнату аралығы):

- 481.3-484.7 м тереңдігінде 3.4 м интервал аралығы бар қос пакер орнатылды;

- сұйықтыкті пакераралық интервалдан шығару бірнеше кезеңде ҚҚКҚ жазу үшін тоқтаулармен жүргізілді:

ҚҚКҚ 1. 33-41 мин, 1.9 л сұйықтық алынды, қысымның өте баяу қалпына келуі, сипаттамалық графиктерде қабаттан әсер байқалмады.

ҚҚКҚ 2. 34-49 мин, 0.4 л сұйықтық алынды, қысымның өте баяу қалпына келуі, сипаттамалық графиктерде қабаттан әсер байқалмады.

ҚҚКҚ 3. 52-62 мин, 0.5 л сұйықтық алынды, қысымның өте баяу қалпына келуі, сипаттамалық диаграммаларда қабаттан әсер байқалмады.

ҚҚКҚ 4. 73-83 мин, 6.5 л сұйықтық алынды, қысымның қалпына келуі байқалмайды.

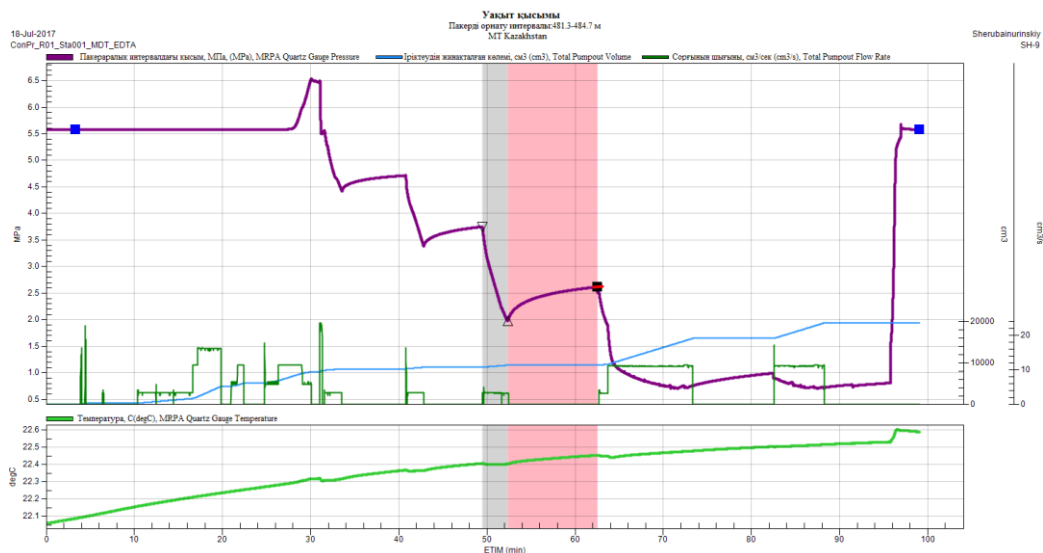
ҚҚКҚ 5. 88-96 мин, 3.8 л сұйықтық алынды, қысымның қалпына келуі байқалмайды.

- айдау кезінде тұрақты кенжар қысымы ~ 0.75 МПа болған кезде ағын алынды, бірақ сорғы тоқтаған кезде қысымның қалпына келуі байқалмады;

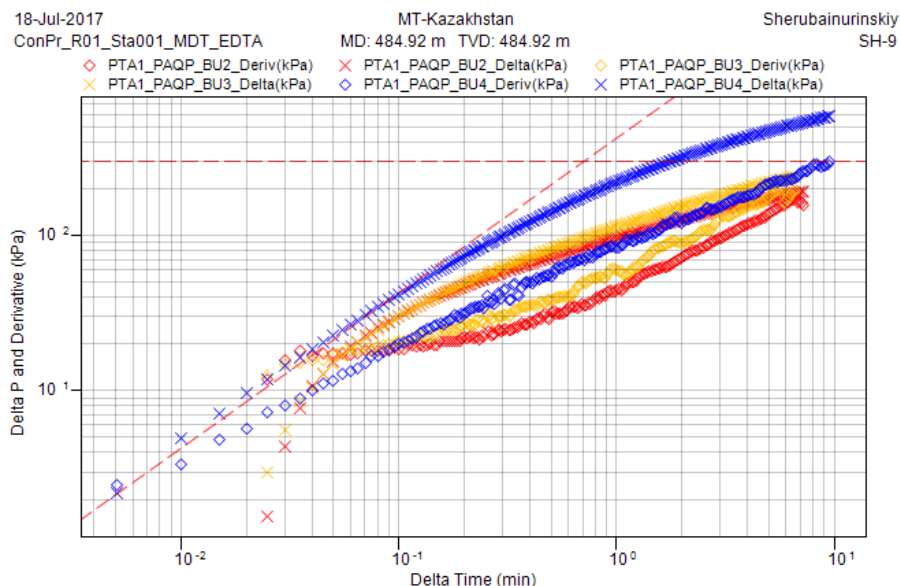
- сорғаннан кейін қысымды қалпына келтірудің болмауы (ҚҚКҚ 4 және ҚҚКҚ 5) аралықтың өте төмен сүзу және сыйымдылық қасиеттерімен байланысты болуы мүмкін;

- сору жылдамдығы 3.2-ден 11.0 см³/сек-ке дейін өзгерді, барлығы 11 литр сұйықтық сорылды.

Іріктеу параметрлерінің жиынтық кестесі 2.9 суретте және ҚҚКҚ билогарифмдік диагностикалық кестесі 2.10 суретте көрсетілген.



Сурет 2.9 – Іріктеу параметрлерінің жиынтық кестесі (қысым, шығыс, көлем; температура)



Сурет 2.10 – ҚҚКҚ Билогарифмдік диагностикалық кестесі

204.2-207.6 м тереңдікте ГДЗ түсіндіру (пакерді орнату аралығы).
ССҚ бағалау үшін "ұңғыма – қабат" жүйесінің келесі негізгі параметрлері таңдалды:

- ұңғыманың үлгісі: тік ұңғыма; ҚОӘ (ұңғыма оқпанының әсері) - тұрақты;

- қабат үлгісі: Қос кеуекті PSS; қабат шекаралары шексіз;

- сұйықтық үлгісі: су.

- гидродинамикалық сынақтарға қатысатын аралық қуаттар ҚГЗ деректері негізінде таңдалды.

- ҚҚКҚ — ны диагностикалық графиктер бойынша тіркеу кезінде жарықшақтар жүйесі режимінің ерте радиалды ағымы 0.34-0.70 сағат аралығында байқалды. Матрицалық блоктар мен жарықшақтар жүйесі арасындағы қысымның төмендеуі енді айтарлықтай болмаған кезде, одан әрі жүйенің жалпы радиалды ағымы күтіледі (матрица мен жарықшақтар). Алайда, тап осы жағдайда біз жалпы жүйенің радиалды ағынын күте алмадық.

Түсіндірудің негізгі нәтижелері 2.11-суретте келтірілген:

- қабат қысымы $P = 1.9599$ МПа;

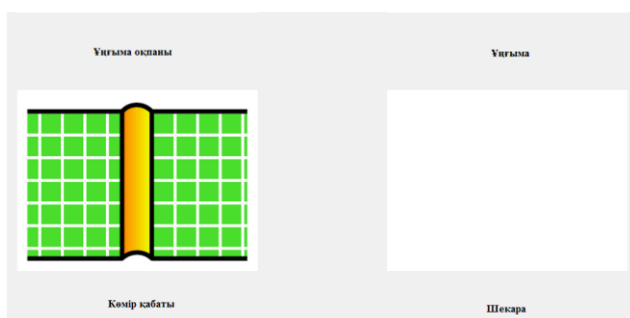
- интервалдың өткізгіштігі, $k=0.891$ мД ($h = 3.4$ м кезінде);

- өткізгіштігі $kh=3.04$ мД * м (судың тұтқырлығы $\mu = 1.15$ сП);

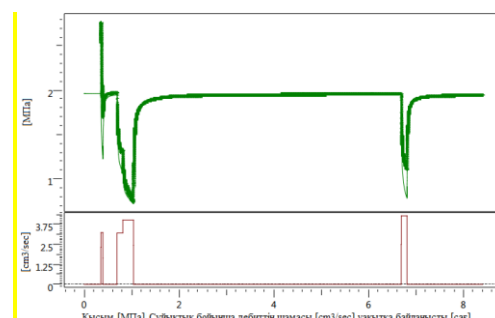
- скин фактор $s = -0.13$ (шынайылығы төмен);

- $\omega = 0.557$;

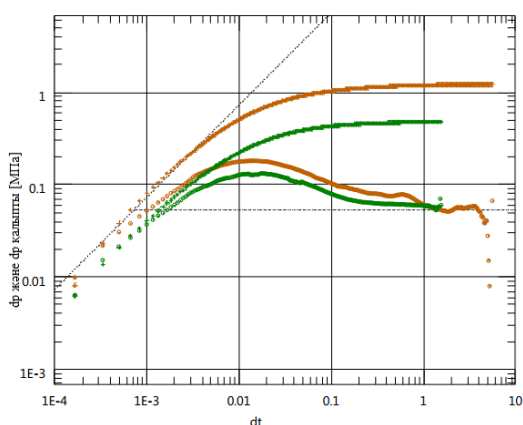
- $\lambda = 9.19 \cdot 10^{-6}$.



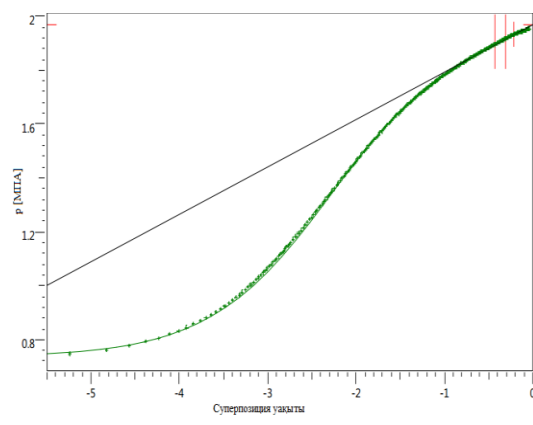
а



ә



б



в

а – ұңғыма үлгісі және көмір қабатының үлгісі; ә – уақыт бойынша қысым шығыны; б – екі ҚҚКҚ билогарифмдік диагностикасы; в – суперпозиция уақытындағы қысымы

Сурет 2.11 – Шерубайнұра теліміндегі ұңғымасының ҚҚКҚ1 диагностикалық кестесі

ҚҚҚҚ pressure #2
 Дебит/ 0 cm³/sec
 Дебит өзгеруі/ 2.45 cm³/sec
 dt=0 кезіндегі Р/ 0.738185 МПа
 Рi/ 1.95984 МПа
 Тегістеу/ 0.1
 Таңдалған үлгі
 Қабатты сынау үлгісінің нұсқасы
 Ұңғыма/ Тік интерференция
 Көмір қабаты/ Қос кеуекті PSS
 Шекара/ Шексіз
 Үлгідің негізгі параметрлері
 Т сәйкес/ 25700 [сағ]-1
 Р сәйкес/ 6.7 [МПа]-1
 С/ 7.02E-6 bbl/psi
 kh, толық/ 3.04 md. m
 k, орташа/ 0.891 md
 kz/kr/ 0.0073
 Рi/ 1.95984 МПа
 Рi/ 1.95984 МПа
 Үлгі параметрі
 Зонд 1-Белсенді. (пакер)
 С/ 7.02E-6 bbl/psi
 Скин/ -0.129
 hw/ 3.4 м
 Zw/ 1.705 м
 Рi/ 1.95984 МПа
 Шекара және қабат параметрлері
 h/ 3.41 м
 k/ 0.891 md
 kz/kr/ 0.0073
 Омега/ 0.557
 Лямбда/ 9.19E-6
 Туындылары және екінші параметрлер
 Delta Р (Толық скин)/ -0.0192168 МПа
 Delta Р қатынасы (Толық скин)/
 -0.0158232 үлесі

2.5 Екінші тарау бойынша қорытындылар

1. Шерубайнұра телімінде жоғарыда аталған кен орындарына жақын геологиялық-кәсіптік өлшемдер бойынша алаңның болуын көрсетті, бұл өз кезегінде көмір қабаттарынан метан алу жобасын дамыту және іске асыру үшін негіз болады.

2. Шерубайнұра телімінің негізгі артықшылықтары: метанның үлкен қоры, телімдің жақсы барлануы, жоғары көмірленуі, жобаның бірінші кезеңінде елеусіз тереңдік дамыған инфрақұрылымның болуы болып табылады.

3. Барлық қабаттар бойынша газдылықтың орташа мәні – $15,97 \text{ м}^3/\text{т}$. Барлық қабаттардың газдылығының өсуі газдық желден 200-250 м тереңдікке дейін өте күрт болады. Тұрақтандыру аймағында бір тереңдіктегі әртүрлі қабаттардың газдылығының шамаларындағы айырмашылық $3-4 \text{ м}^3/\text{т г. м.}$ аспайды

4. Қарағанды бассейнінің Шерубайнұра теліміндегі көмір қабаттарының метандылығы жату тереңдігінің ұлғаюымен артады және өткізгіштігі азаяды.

3 ГАЗ БӨЛУДІ АРТТЫРУ ӘДІСТЕРІНІҢ ТӘЖІРИБЕЛІК-ӨНЕРКӘСІПТІК СЫНАҚТАРЫНЫҢ НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ ТӘСІЛДІ ОҢТАЙЛАНДЫРУ БОЙЫНША ҰСЫНЫСТАР ӘЗІРЛЕУ

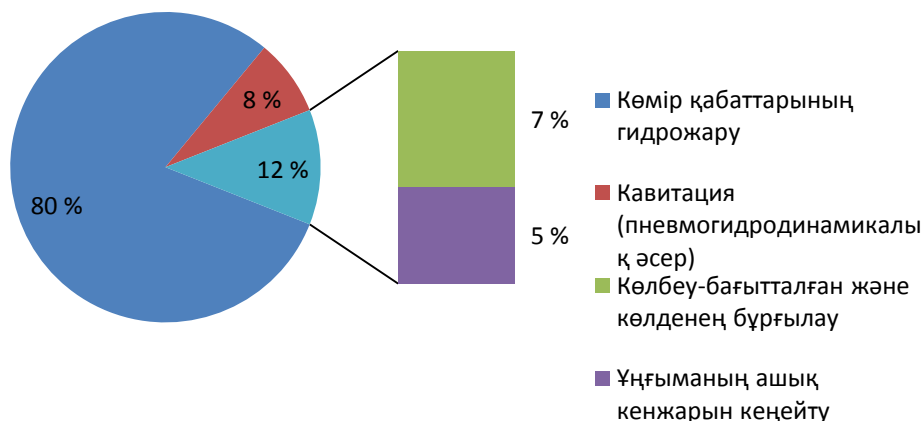
3.1 Көмір қабаттарының газ бөлуін қарқындату әдістері мен тәсілдеріне шолу

Өздігінше қазылым ретінде көмір қабаттарынан метанның тиімді коммерциялық өндірісін анықтайтын негізгі факторлардың бірі-кен орындарын өндірудің нақты тау-кен және геологиялық жағдайларына сәйкес келетін қабаттардың газ өндірісін қарқындату технологияларының параметрлерін анықтау және әдістерін таңдау.

Көмір қабаттарының газ бөлуін қарқындатудың көптеген қолданылатын технологияларының негізгі міндеті - ұңғымаға метанның қарқынды ағынын қамтамасыз ететін көмір қабатындағы жарықшақтардың табиғи жүйесімен өндіруші ұңғыма оқпанының тиімді байланысын орнату.

Жеке ұңғымалардың дебитін көбінесе газ ағынын қарқындату әдістерін енгізу, сондай-ақ қабаттарды ашу техникасы мен технологиясын жақсарту, ұңғымаларды пайдалану кезінде қолданылатын жабдықты жақсарту арқылы арттыруға болады [37].

Қазіргі уақытта қабаттарға әсер етудің төрт негізгі әдісі қолданылады. Олар төменде 3.1-суретте пайдалану жиілігі бойынша келтірілген [38].



Сурет 3.1 – Әлемдік тәжірибеде көмір қабаттарының газ бөлуін қарқындату әдістері

1. Көмір қабаттарының гидро жару - ең әмбебап, әртүрлі тау-кен геологиялық жағдайларда қолданылады.

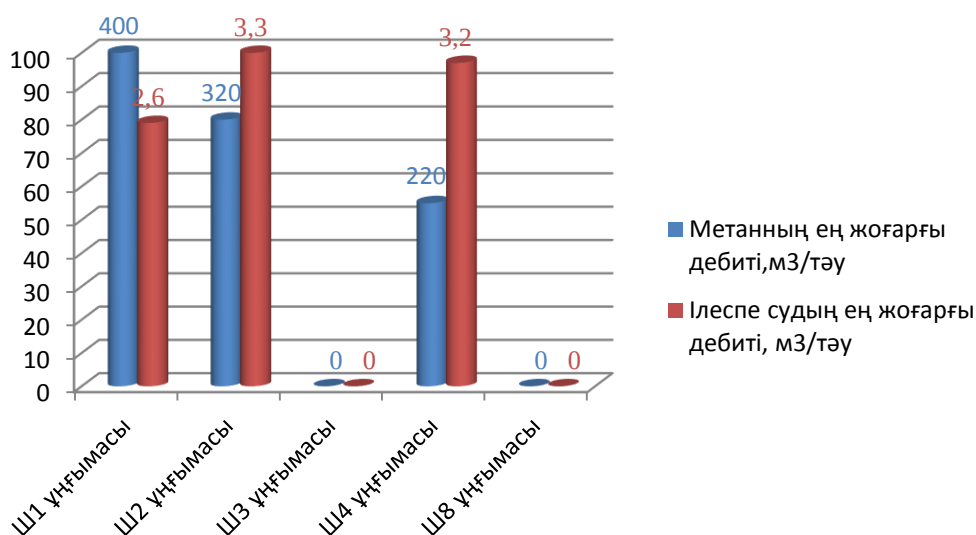
2. Кавитация (пневмогидродинамикалық әсер) - жалпы қуаты >20 м көмір қабаттары жатыс аралығы <100 м, өткізгіштігі >30 мД. Қабаттық қысым гидростатикалықтан жоғары. Орташа созылу кернеулері болғанда.

3. Көлбеу-бағытталған және көлденең бұрғылау - қуаты > 2 м төмен өткізгіш көмір қабаттары, жақсы тұрақтылығы бар, шағын тереңдікте жеткілікті жоғары газдылығы бар кезде қолданылады.

4. Ұңғыманың кенжарын кеңейту - 100 мД-ден 3Д және одан жоғары өткізгіштігі жоғары көмір қабаттарында қолданылады [38, с. 66].

Газ беруді қарқындатудың қосымша әдістері: электр әсер ету, акустикалық және діріл әсері, көміртегі диоксиді мен азот көмір қабаттарына инъекциялар, плазмалық-импульстік әсер ету, сондай-ақ әртүрлі модификациялардағы термиялық әдістер.

2015-2016 жж. бұрғыланған бес іздеу-бағалау ұңғымаларында ілеспе суды пайдаланып және өндірілген газды жағу арқылы кенорын игерілді. Газ өндірісі бойынша ең жақсы көрсеткіші бойынша және ілеспе судың да ең жоғарғы дебиттерін талдап 3.2-суретте көрсетілген [39].



Сурет 3.2 – Шерубайнұра теліміндегі 5 іздеу бағалау ұңғымаларының мәндері бойынша талдау.

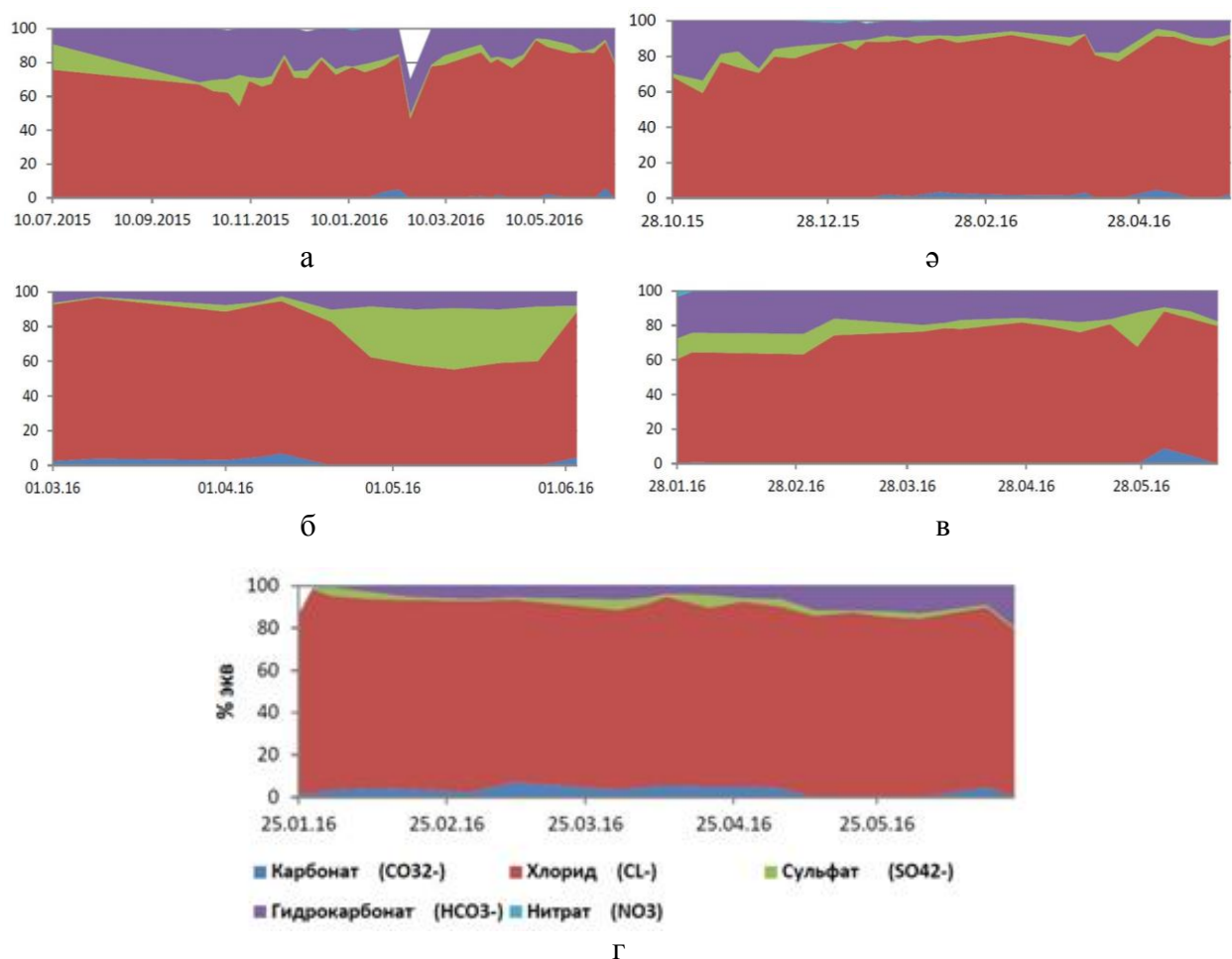
Ш-1 ұңғымасында газдың дебиті $400 \text{ м}^3/\text{тәул.}$ дейін және ілеспе судың дебиті $2,6 \text{ м}^3/\text{тәул.}$ жетті. Ш-1 ұңғымасы бойынша талқылауды ескере отырып, газ ағыны динамикалық деңгей 400 атм дейін төмендегеннен кейін басталады, бұл 45 атм сұйықтық бағанасының қысымына сәйкес келеді. Динамикалық деңгейінің тұрақтануынан кейін газ дебитінің азаю себептері толық зерделеуді талап етеді.

Ш-2 ұңғымасында (ҚГЖ-мен пайдалануға енгізілді) газдың ең жоғарғы дебиті $320 \text{ м}^3/\text{тәул.}$ және ілеспе судың ең жоғарғы дебиті $3,3 \text{ м}^3/\text{тәул.}$ алынды. Ш2 ұңғымасының пайдалану параметрлері бойынша ұңғыманың тоқтауы, өнімділікке теріс әсер ететіні туралы қорытынды жасауға болады. 28.04.2016 ж. ілеспе суды іріктеу тоқтағаннан кейін газ дебиті күрт төмендеді. Динамикалық деңгейі қайта төмендегеннен кейін, газ дебиті қалпына келген жоқ.

Ш-4 ұңғымасында (ҚГЖ-мен пайдалануға енгізілді). газдың ең жоғарғы дебиті $220 \text{ м}^3/\text{тәул.}$ және ілеспе судың ең жоғарғы дебиті $3,2 \text{ м}^3/\text{тәул.}$ алынды.

Ш-4 ұңғымасында газ десорбциясы 250 м динамикалық деңгейге жеткенде басталды, бұл кенжардағы 25 атм қысымға сәйкес келеді.

ҚГЖ-сыз пайдалануға берілген Ш-3 және Ш-8 ұңғымаларында газдың елеулі ағыны алынған жоқ. Ұңғымаларды өндіру кезінде әр түрлі қарқындалу әдістерінен кейінгі судың анионды құрамдары 3.3-суретте келтірілген.



а – Ш-1 ұңғымасын (ҚГЖ жүргізгеннен кейін); ә – Ш-2 ұңғыманы (ҚГЖ өткізгеннен кейін); б – Ш-3 ұңғымасын (ПИБӨЕ жүрг. кейін); в – Ш-4 ұңғымасын (ҚГЖ жүргізгеннен кейін); г – Ш-8 ұңғымасын (ПИБӨЕ жүрг. кейін)

Сурет 3.3 – Өндіру кезіндегі талдау нәтижелері бойынша өндірілетін судың анион құрамы

Ілеспе өндірілетін судың компоненттік құрамын қарастыру нәтижелері бойынша судың емдік-асханалық минералды сулардың жекелеген сұрыптарының минералдануымен салыстырылатын жалпы минералдануы төмен (5 г/л дейін) бар деген қорытынды жасауға болады. Ілеспе суды ауыз су, техникалық мақсаттарда немесе ауыл шаруашылық мақсатта пайдалану үшін одан әрі тазарту талап етіледі.

3.2 Пайдалану ұңғымаларының құрылмалары

Әртүрлі елдерде көмір қабаттарының метанын пайдалану технологияларын оңтайландыру үдерісінде ұңғымалар құрылысының әртүрлі технологиялары тәжірибе жүзінде сыналды. Ұңғымалардың оңтайлы түрін таңдау ұңғымалардың өнімділігін арттыру және олардың құнын төмендету мақсатын көздеді [40].

КҚМ өндіру үшін қолданылатын пайдалану ұңғымаларының негізгі түрлері:

1. Тік ұңғымалар, көп жағдайда ҚГЖ-мен (сурет 3.4).
2. Көлденең ұңғымалар, ҚГЖ-мен және ҚГЖ-сыз (сурет 3.5).
3. Көлденең аяқталуы бар көп кенжарлы ұңғымалар.
4. Күрделі құрылымдағы ұңғымалар (қиылысатын траекториялары бар).



Сурет 3.4 – КҚМ өндіру үшін қолданылатын тік ұңғыма профилдерінің түрлері

Тік ұңғымалардың құрылысы көмір қабаттарының метанын өндірудің ең қарапайым және арзан әдісі болып табылады. Бұл ретте, осы тәсілдің маңызды кемшілігі жыныспен жанасатын ауданы шағын болуы болып табылады, ол өз кезегінде, ұңғымалардың өнімділігін төмендетеді. Қабаттармен жанасуын және өнімділігін арттыру үшін қабатты гидравликалық жару технологиясы қолданылады [41].

Шерубайнұра телімінде тәжірибелік-өнеркәсіптік жұмыстарды жүргізу кезінде газдың едәуір ағыны ҚГЖ ұңғымаларында ғана алынды [42].

Көмір қабаттарының метанын өндіру үшін тік ұңғымаларды қолданудың артықшылықтары:

- тік ұңғымаларды бұрғылау технологиясының арзандауы мен қарапайымдылығы;
- оқпанға жеңіл қол жетімділіктің арқасында тік ұңғымаларды пайдаланудың қарапайымдылығы;
- сорғы жабдығына қосымша талаптардың болмауы.

Тік ұңғымалар құрылысының құны көп жағдайда секциялар санына

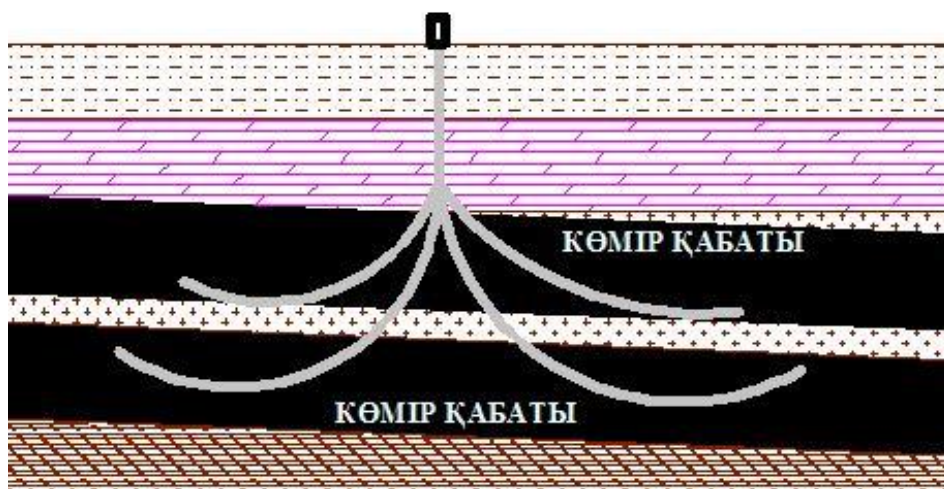
байланысты.

Тік ұңғымалар құрылмасы ҚХР-да ең көп таралған, олардың кондуктор құрылмасы 30-50 м тереңдікке дейін түсіріледі және диаметрі 244,5 мм болып табылады, ал пайдалану бағаны кенжарға дейін түсіріледі және диаметрі 139,7 мм қамтиды. Бұрғылау кондуктор секциясында диаметрі 311 мм қашаумен және пайдалану колонна секциясында диаметрі 215,9 мм қашаумен жүргізіледі. Осындай құрылмалы ұңғымаларда гидрожару жүргізілгеннен кейін перфорация интервалдарына проппанты толтырып, ҚГЖ кеңінен қолданылады.

Үңгілеу PDC қашауларын (саз аралықтарында) немесе шарқашаулы қашауларды (құмтастар басым болғанда) қолдана отырып жүзеге асырылады. Осы тәжірибе негізінде Шерубайнұра телімінің жағдайлары үшін PDC қашауларын қолдану ұсынылады.

Жабық кеңістікті оқшаулау, әдетте, цементтеумен жүзеге асырылады. Алайда, сондай-ақ цементтелмеген оқпанды ісінетін пакерлермен оқшаулау қолданылуы мүмкін. Мұндай құрылма қабаттар арасындағы ағындарды болдырмайды, бұл ретте ҚГЖ өткізу мүмкіндігі қалады.

Тік ұңғымалардың өнімділігін арттыру және кен орнын жайластыру шығындарын қысқарту үшін көп кенжарлы ұңғымалар салынуы мүмкін (сурет 3.5).



Сурет 3.5 – Көп ұңғылы ұңғыманың құрылмасы (ҚХР)

Алайда мұндай құрылмасының кемшілігі қабатқа қажетті депрессияны қамтамасыз ету қиындығы болып табылады (қабаттың құрғауы).

Аустралиядағы КҚМ кен орындарында ұңғымаларды бұрғылау және құрылысын аяқтау жөніндегі мамандардың берген ақпараты бойынша, елде тік ұңғымалардың құрылысы кеңінен қолданылады. Атап айтқанда, диаметрі 244,75 мм кондукторды 50 м тереңдікке дейін және диаметрі 177,8 мм 500-700 м тереңдікке дейін пайдалану колоннасын, сондай-ақ диаметрі 177,8 мм саңылаулы сүзгіні түсірумен екі секциялы ұңғымалар қолданылады [43].

Raniganj (Үндістан) телімінде тік және көлбеу профильдегі [10] ұңғымалар қолданылады. Ұңғыма құрылмасы сағаға дейін цементтелетін

диаметрі 245 мм кондуктордан және жоғарғы өнімді қабаттың төбесіне дейін цементтелетін диаметрі 140 мм пайдалану бағанасынан тұрады.

Осылайша, Raniganj теліміндегі тік ұңғымалардың құрылмасы ҚХР-да қолданылатын ұңғымалардың құрылмасына ұқсас.

Шерубайнұра телімінің қимасының сипаттамасын қарастыруды негізге ала отырып, нұсқалардың бірі ретінде ҚГЖ жүргізу үшін тұтас цементтелген тік ұңғымалардың дәстүрлі құрылмасын қолдану ұсынылуы мүмкін:

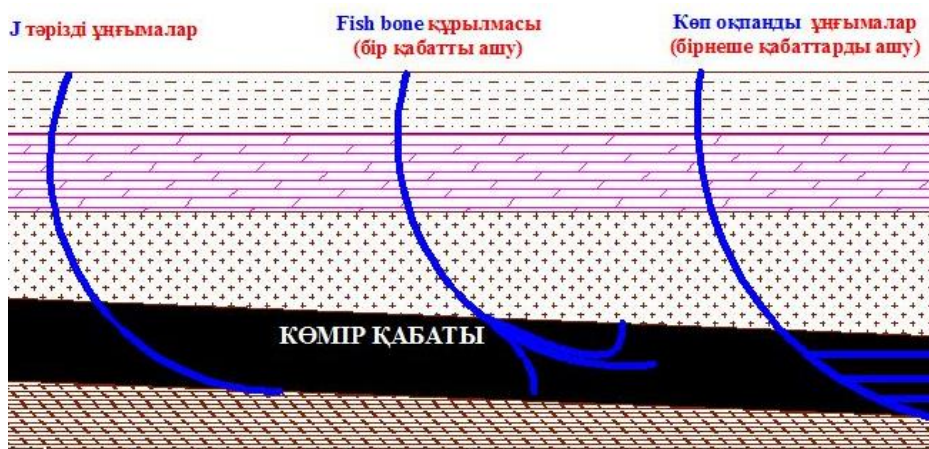
1) сағаға дейін цементтелген бағыттауыш секциясы ашық ұңғыманың диаметрі 349,2 мм, тереңдігі 20 м дейін, диаметрі 324 мм;

2) сағаға дейін цементтелген кондуктор секциясы ашық ұңғыманың диаметрі 295,3 мм, тереңдігі 150 м дейін, диаметрі 245 мм;

3) сағаға дейін цементтелген пайдалану бағаны секциясы ашық ұңғыманың диаметрі 171 мм, тереңдігі 900 м дейін, диаметрі 140 мм. құбырлармен отырғызылған.

3.3 Көлбеу-бағытталған және көлденең ұңғымалардың құрылысы

КҚМ өндіру үшін көлденең ұңғымалардың құрылысы кезінде ең маңызды мәселелердің бірі, сорғы жабдығын пайдалану күрделілігі болып табылады. Ұңғыма құрылмасының нұсқаларының бірі, терең сорғы жабдығы (ТСЖ) түсетін көлбеу сынмалық оқпан салуды көздейді (сурет 3.6).



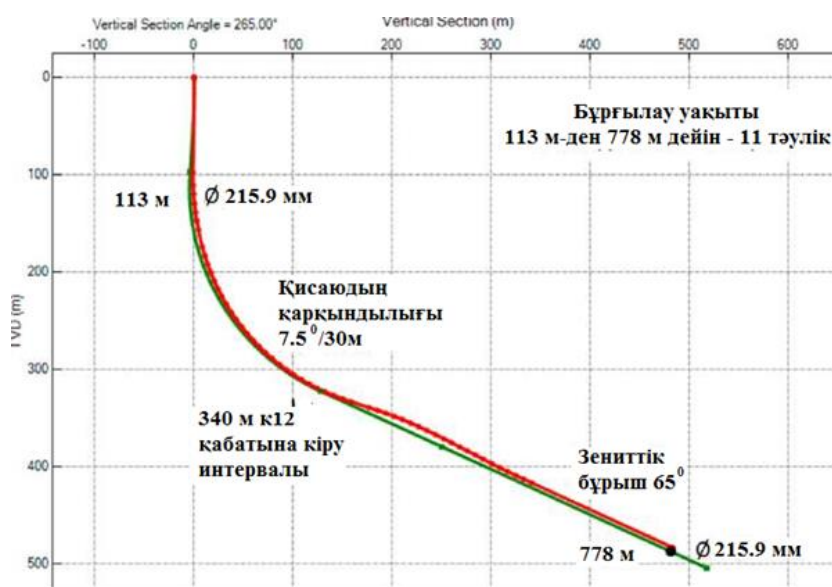
Сурет 3.6 – КҚМ-нын өндіру үшін қолданылатын көлбеу бағытталған ұңғымалардың кескіндерінің түрлері

Көлденең ұңғымаларға газдың ағылуын ынталандыру үшін қабаттық гидро жару технологиясын қолдануға болады. Көлденең ұңғымалардағы ҚГЖ технологиясы әдетте бірнеше жарықшақтарды (көп сатылы ҚГЖ) құруды көздейді. Көлденең ұңғымалардағы көп сатылы ҚГЖ интервалдарын оқшаулау, түсірілетін шарлармен белсендіретін, таңдалған интервалдардың перфорациясын, ҚГЖ муфталарын пайдалану жолымен жүзеге асырылуы мүмкін сондай-ақ, сукұмарынды перфорация технологиясынан кейін иілгіш сорғы-компрессорлық құбырлар (ИСКҚ) қолдану арқылы жүзеге асырылуы мүмкін.

Атап айтқанда, ҚХР-дағы Eastern Ordos кен орнының Ji-U 1 ұңғымасында CNPC компаниясы суқұмарынды перфорация технологиясы бойынша 7-кезеңді ҚГЖ өткізді, бұл ретте газ бойынша дебит $2000 \text{ м}^3/\text{тәул}$ құрады. Алайда КҚМ өндіру үшін көлденең ұңғымаларда ҚГЖ технологиясы қымабаттылығына және техникалық қиындылығына байланысты шектеулі қолданылады [44].

2007-2008 жылдары «Роснефть» ҰК мұнай кен орындарында суқұмарынды перфорациямен көп сатылы ҚГЖ технологиясын сынау бойынша жұмыстар жүргізілді. Технология саңылаулы сүзгішпен аяқталатын көлденең ұңғымаларды ынталандыру үшін қолданылуы мүмкін екені анықталынды. Сонымен қатар, суқұмарынды перфорация жүзеге асырылатын қондырмалардың тез тозуына байланысты, технологиялық шектеулер анықталынды [45].

Қазақстанда көмір қабаттарының метанын өндіру үшін көлбеу бағытталған ұңғымалар құрылысы бойынша алғашқы жұмыстар Талды-Құдық кен орнында жүргізілді (сурет 3.7).



Сурет 3.7 – Талды-Құдық кен орнындағы көлбеу-бағытталған ұңғыманың құрылмасы

Талды-Құдық кен орнында бұрғылау технологиясының ерекшеліктері:

- траекторияны бақылау үшін нақты уақыт тәртіптемесінде гамма-каротаж бойынша, сондай-ақ көрінетін кедергі бойынша навигация қолданылды;
- шарқашаулы қашауы бар бұрандалы кенжар қозғалтқыштары қолданылды, өту жылдамдығы $10\text{-}15 \text{ м} / \text{сағатқа дейін}$ (орташа рейс үшін 5.4 м/сағ) құрады;
- қабаттың интервалындағы зениттік бұрыш 65° , қисаюдың максималды қарқындылығы $7.5^\circ/30 \text{ м}$ [46].

Өткізгіштігі төмен көмір қабаттарын өндіру үшін, кенжардан ілеспе суды жоюға арналған, траекториясы тік ұңғымамен қиылысатын, көп кенжарлы

ұңғымалардың құрылысы кең қолданылады. ҚХР-да көп кенжарлы ұңғымалардың құрылысының технологиясын сынау 2004 ж. басталды және технология кең дамыды [44]. Атап айтқанда, көп кенжарлы ұңғымалардың құрылысы көмірдің төмен өткізгіштігімен (<1 мД) сипатталатын Qinshui кен орнында кеңінен қолданылады. Осы кен орнында ашық оқпанмен немесе саңылаулы сүзгішпен аяқталатын көп кенжарлы ұңғымалар газ дебитін тәулігіне 5000 м^3 дейін қамтамасыз етеді. Қазіргі уақытта көп кенжарлы ұңғымалар құрылысының құны – бір ұңғымаға кем дегенде 589 млн. тг. болып табылады.

Көп кенжарлы ұңғымаларды (ККҰ) құрылысы кезінде қабаттың жарықшақтығын есепке алу қажет. Көмір қабатының табиғи жарықшақтығын бұрғылап ашу кезінде ККҰ ең жоғары өнімділігі қамтамасыз етіледі. Ұңғыманың тұрақтылығын арттыратын технологиялық шешімдердің бірі ұңғыманың бұзылуын болдырмау үшін қабаттың төбесі бойынша көлденең оқпанды өткізу болып табылады. Бұл ретте негізгі оқпаннан төмен бағытталған және қабаттық сұйықтықтардың ағуын қамтамасыз ететін көптеген тарамдар бұрғыланады.

3.4 Құрылмасы күрделі ұңғымалардың құрылысы

Көмір қабаттарын пайдалануға арналған ұңғымалар құрылмасының бірнеше нұсқалары бар. Күрделі құрылмадағы ұңғымалар тік және көлденең ұңғымалармен салыстырғанда келесі артықшылықтарға ие:

- жыныспен жанасудың үлкен алаңы (ҚГЖ өткізбестен);
- сорғы жабдығын тік ұңғымаға түсіру мүмкіндігі, бұл бұрыштың қисығы мен жинақталу қарқындылығы бойынша талаптарды алып тастайды;
- сорғы жабдығын тік ұңғымаға түсіру мүмкіндігі, бұл бұрыштың қисығы мен жинақталу қарқындылығы бойынша талаптарды алып тастайды.

Бұл ретте күрделі құрылмасы ұңғымалар құрылысының келесідей кемшіліктері бар:

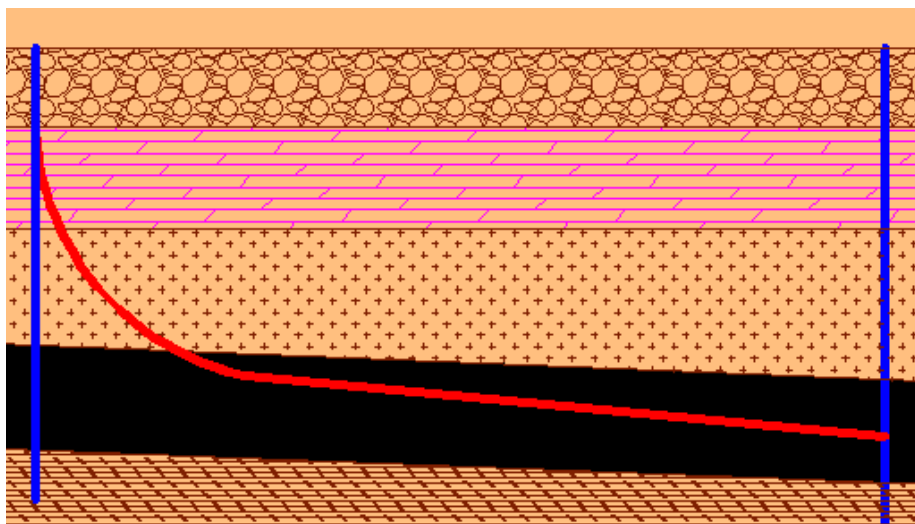
- ұңғымалардың қиылысатын траекторияларын қамтамасыз етудің техникалық күрделілігі;
- белгіленген траектория бойынша көлденең ұңғымаларды өткізуге арналған қосымша шығындар;

Ұңғымалар құрылмасының екі негізгі түрі қамтиды:

- кенжары көлденең ұңғымамен қиылысатын екі тік ұңғымаларды қосатын жолы;
- бір-бірінің үстінен түрлі деңгейжиектерде бұрғыланған, кенжары тік ұңғымамен қиылысатын бірнеше көлденең ұңғымалар.

Аталған екі түрдегі ұңғымалардың құрылысы ұңғымалардың кенжарларының қиылысу қажеттілігін болжайды (сурет 3.8) [47].

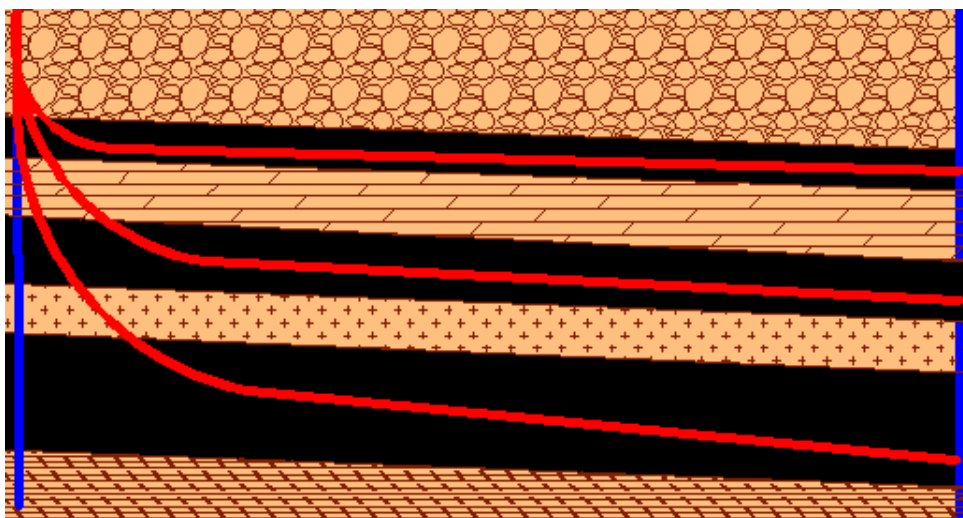
Ұңғымалар траекторияларының қиылысуы екі жолмен қамтамасыз етіледі: электромагниттік навигация технологиясын қолдану және тік ұңғымалардың кенжарын кеңейту.



Сурет 3.8 – Қиылысатын кенжары бар ұңғымалар құрылмасының сызбасы

Ұлыбританияда КҚМ өндіру қарастырылып отырған телімге ұқсас геологиялық құрылысы бар кен орындарында қиылысатын траекториялары бар ұңғымалар құрылысының технологияларына сынақ жүргізілді. Көлденең оқпандарды бағдарлаудың әртүрлі технологияларын сынаудан кейін ең жақсы нәтижелер электромагниттік навигация технологиясын қолдана отырып алынды.

Бұл ретте Ұлыбританияда қолданылатын ұңғыма құрылмасы (сурет 3.9) ҚХР құрылмаларынан айтарлықтай ерекшеленеді, өйткені үлкен ұзындықтағы көлденең ұңғымалармен бірнеше қабаттарды өндіруге арналған.

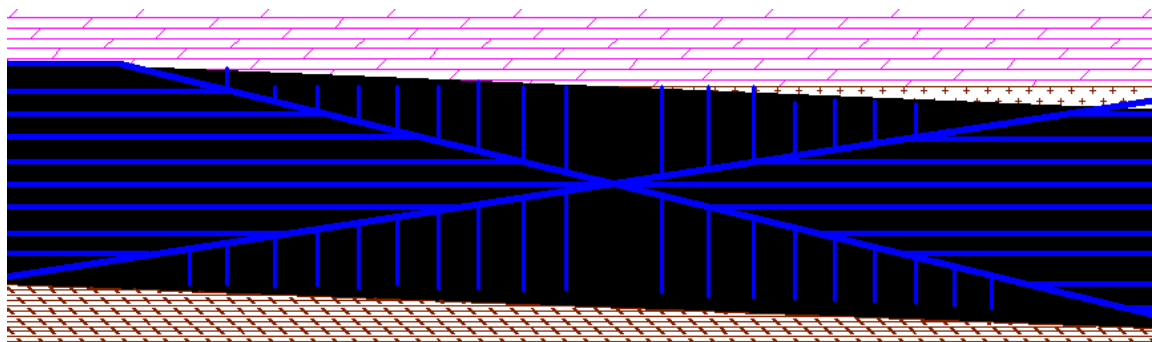


Сурет 3.9 – Ұлыбританияда қолданылатын күрделі құрылмасының ұңғыманың тәсімі

Бұл құрылмасының ерекшелігі көлденең оқпандардың бір-бірінің үстінде әртүрлі қабаттарға жүргізіліп орналасуы болып табылады.

Бағытталған бұрғылаудың құны төмендеген кезде көлденең тармақталған

көп кенжарлы ұңғымалар салынуы мүмкін (сурет 3.10).



Сурет 3.10 – Қабаттың төбесі бойынша негізгі оқпанды жүргізе отырып, көп кенжарлы көлденең ұңғыманың құрылмасы

Ілеспе суды іріктеу тік ұңғымада орнатылған сорғы жабдығының көмегімен, газ өндіру-көлденең ұңғыма арқылы (көбінесе), сондай-ақ тік ұңғыманың құбырдан тыс кеңістігі арқылы жүзеге асырылады.

3.5 Ұңғымаларды шегендеу

Диаметрі 339,7 мм болатын жоғарғы құбыр жер асты сулары мен тұрақсыз борпылдақ (құмтас) топырақты жабады. Неоген балшықтары мен Қарағанды свитасының шөгінділерін жабатын негізгі (жұмыс бағаны) диаметрі 168,3 (127) мм шегендеу құбырларынан жасалады. Муфталардың диаметрі-146-187, 7 мм.

3.1-кестеде жобалық ұңғымаларда пайдалану үшін ұсынылатын шегендеу колоннасы элементтерінің параметрлері келтірілген

Кесте 3.1 – Шегендеу баған элементтерінің параметрлері

Құбырлар				Муфталар		
диаметр, мм		қабырға қалыңдығы, мм	салмағы 1 м, кг	сыртқы диаметрі, мм	ұзындығы, мм	масса, кг
сыртқы	ішкі					
339,7	315,3	12,2	98,5	365,1	203	25,5
244,5	224,5	10,0	58,0	269,9	196	17,9
127-168,3	120-147,1	7-10,6	23,0-41,2	146-187,7	174-225	5,7-11,3

Болат маркалары мен қабырғалардың қалыңдығы бойынша шегендеу құбырларын таңдау үшін, сондай-ақ таңдалған шегендеу бағанын түсіруге болатын тереңдікті анықтау үшін бағанның бүкіл ұзындығы бойынша құбырларда пайда болатын P_k қозғау күштері мен P_m -нің мыжу күштерін анықтау қажет. P_c құбырларының денесіндегі созылу күштерін анықтау, онда кернеулер ағымдылық шегіне жетеді және қабатты ағынға сынау кезінде шегендеуде пайда болған P_{ik} ішкі қысымы салыстырмалы түрде сирек кездеседі (мысалы, жоғары қабатты қысымы бар газ ұңғымалары үшін).

Алдымен шегендеу бағанасының жаншылуы есептеледі. Нәтижесінде қабырғалардың бір қалыңдығынан екіншісіне өту нүктелерінде бірдей беріктік қоры сақталатын бірдей берік бағанның орналасуы анықталады. Осыдан кейін бағанның жоғарғы бөлігі қозғалу жүктемесіне тексеріледі. Қажет болса, созылу беріктігінің қажетті қорын қамтамасыз етпейтін шанақ құбырларының қабырғаларының қалыңдығы артады. Сонымен қатар, осы технологиялық талаптарға сәйкес болат маркасы да өзгеруі мүмкін.

Шегендеу бағанына рұқсат етілетін созылу күштері қозғалу жүктеменің шамасын анықтайтын Яковлев формуласы бойынша есептеледі, бұл кезде кернеулер ең қауіпті (жүктелген) қимадағы металдың аққыштық шегіне жетеді:

$$P_K = \frac{\pi D_{opt} \delta^2 \sigma_p}{1 + \frac{D_{opt}}{2l} (ctg \alpha + \beta)} \quad (3.1)$$

мұнда P_K - бұрандалы қосылысты ыдырататын күш, кг;

D_{opt} - тізбектегі бұранданың бірінші толық орамы бойынша құбырдың орташа диаметрі, см;

δ_2 - тізбектегі бұранданың бірінші толық орамының ойығы бойынша құбыр қабырғасының қалыңдығы, см; σ_p - құбыр металының аққыштық шегі кг/см²;

l - құбыр бұрандасының пайдалы (жұмыс істейтін) ұзындығы, см;

α - бұранда беті мен құбыр осі арасындағы бұрыш (62° 32');

β - бұранда беттерінің үйкеліс бұрышы ($\beta = 18^\circ$).

Құбырдың денесіндегі кернеу ағымдылық шегіне жететін созылу жүктемелері келесі формула бойынша анықталады:

$$P_c = 0,785 (D^2 - d^2) \sigma_p \quad (3.2)$$

мұнда P_c - шегендеу құбырына шекті созылу жүктемесі, кг;

D - құбырдың сыртқы диаметрі, см;

d - құбырлардың ішкі диаметрі, см.

Сопақша айырысқан құбырлар үшін суланған қысым Саркисовтың формуласы бойынша анықталады:

$$P_m = 1,1 K_{min} \{ \sigma_p + E K_0^2 Q (1 + \frac{3e}{4K_{min}}) - \sqrt{[\sigma_p + E K_0^2 Q (1 + \frac{3e}{4K_{min}})]^2 - 4 E K_0^2 Q \sigma_p} \} \quad (3.3)$$

$$\text{мұнда } K_{min} = \frac{\sigma_{min}}{D}; \quad K_0 = \frac{\sigma_0}{D}; \quad Q = \frac{K_0}{K_{min}} = \frac{\delta_0}{\delta_{min}}.$$

мұнда δ_{min} - Құбыр қабырғаларының минималды қалыңдығы, см ($\sigma_{min} = 0,875 \sigma_0$);

δ_0 - айырмашылық құбыр қабырғаларының есептік орташа қалыңдығы, см ($\delta_0 = 0,925 \delta$);

E - серпімділік модулі ($E = 2,1 \times 10^6$ кг/см²);

e - құбырдың сопақтығы.

$$e = 2 \frac{a-b}{a+b} \quad (3.4)$$

мұнда a және b - сопақша құбырдың жартылай осьтері. МЕСТ 632-57 сәйкес диаметрі 146 мм-ден асатын құбырлар үшін;

$$e = 0,02.$$

Сыртқы диаметрге (плюс және минус) және құбыр қабырғасының қалыңдығына (минус) төзімділік үлкен әсер етеді.

Ішкі қысым Барлоу формуласы бойынша анықталады:

$$P_{ik} = \frac{2\delta\sigma_p}{D} = 2K\sigma_p \quad (3.5)$$

мұнда P_{ik} - шекті ішкі қысым, кг/см²;

δ - құбырлар қабырғасының номиналды қалыңдығы, см;

σ_p - аққыштық шегі, кг/см².

Қабырғаның қалыңдығына және болаттың әртүрлі маркаларына байланысты диаметрі 127-168,3 мм болатын стандартты шегендеу құбырлары үшін қозғалту жүктемелері мен шекті созылу жүктемелері 3.2-кестеде келтірілген [2, с. 25].

Кесте 3.2 – Шегендеу құбырларының беріктік сипаттамалары

Қабырға қалыңдығы, мм	Қозғалтқыш жүктеме, т			Шекті созылу жүктемесі, т		
	болат маркасы					
	К	Е(Р110)	Д	К	Е(Р110)	Д
6	125	140	165	165	180	205
7	150	165	200	190	205	240
8	180	190	225	220	230	265
9	195	215	255	235	255	295
10	220	240	285	260	280	325

3.6 Телімде іздеу-бағалау ұңғымаларының құрылысының тәжірибесі

2015-2016 жылдары Шерубайнұра телімінде 5 іздеу-бағалау және 3 барлау ұңғымалары салынды (кесте 3.3).

Кесте 3.3 - 2015-2017 жылдары бұрғыланған Шерубайнұра телімінің ұңғымалары бойынша жалпы ақпарат

Ұңғыма	Ш2	Ш8	Ш4	ШР5	ШР6	ШР7	Ш3	Ш9	Ш10	Ш11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Кенжар те реңдігі, м	861,0	690,0	604,0	700,0	790,3	869,0	750,0	907,0	604	590

Кестенің жалғасы 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ұңғыма ның тік ба ғыттан ауытқуы, м	18,94	11,66	8,59	-	9,96	-	8,75	-	-	-
Қашау лардың өлшемдері, мм	393,7 295,3 171,0	393,7 295,3 171,0	393,7 295,3 171,0	132,0 112,0 96,0 76,0	132,0 112,0 96,0 76,0	190,0 96,0 76,0	393,7 295,3 171,0	393,7 295,3 215,9,0	393,7 295,3 215,9,0	393,7 295,3 215,9,0
Шеген деу бағаны, мм	340,0 (0-10 244,5 (0-150 127 мм 848 м)	340,0 (0-10 244,5 (0-150 127 мм 690 м)	340,0 (0-10 244,5 (0-150 127 мм 598,1	127 мм (0- 16 м); 108 мм (0- 73 м); 89 мм (0- 700 м)	127 мм (0- 50 м); 108 мм (0- 69 м); 89 мм (0- 790 м)	127 мм (0- 85 м); 89 мм (0- 872 м)	340,0 мм (0-17 м); 244,5 мм (0-150 м) 127 мм 750 м)	127 мм (0- 85 м); 89 мм (0- 872 м)	324,0 мм (20 м); 244,5 мм (140,0 мм 900 м)	324,0 мм (20 м); 244,5 мм (140,0 мм 900 м)
Ынталан дыру тех нологиясы										
Жынысөзе іріктеу	-	-	-	Колон- калы	Колон- калы	Колон- калы	-			
Бұрғылау қондыр ғысы	RD 20 III	RD 20 III	RD 20 III	Eider 1100	Eider 1100	Boyles C8	RD 20 III	УПА- 60/80	УПА 60/80	УПА 60/80

Барлық ұңғымалардың траекториясы тік болып табылады. Жұмыс барысында пневмсоққылы бұрғылауды қолдану қарастырылған, алайда технологиялық қиындықтарға байланысты, технология айналмалы бұрғылау тәсіліне ауыстырылды [48].

3.7 Шерубайнұра телімінде бұрын бұрғыланған ұңғымалардың газ бөлуін арттырудың техникалық-экономикалық негіздемесі.

Қазіргі заманғы түсініктерге сәйкес көмір қабаты қасиеттердің үлкен анизотропиясы бар аз өткізгіш блок-жарықшақты орта болып табылады. Бұл ретте көмір метанының 80-90% сіңірілген күйде болады. Төмен өткізгіш көмір қабаттарынан газ алу механизмі газ кен орындарын пайдалану кезінде газ алу механизмінен айтарлықтай ерекшеленеді.

Қазақстанда көмір қабаттарынан метан алу мәселесі шахталық әдіспен көмір өндіру қауіпсіздігін қамтамасыз ету тұрғысынан қарастырылды. Сонымен қатар, газсыздандыру жұмыстарының кешені жүргізілді, оның ішінде тік ұңғымаларды күндізгі жер бетінен тау-кен жұмыстары жүргізілген сілемге бұрғылау жүргізілді, олар арқылы ерекше лақтырыс қауіпті қабаттарды гидро жару және метанды өздігінен шығару немесе оны вакуум-сорғы станцияларымен сору арқылы алдын ала газсыздандыру жүргізіледі. Бұдан басқа, жер асты тау-кен қазбаларынан қазылатын кеңістікке ұңғымаларды бұрғылау және оларды қираған сілемді газсыздандыру үшін вакуум-сорғы станцияларының жерасты газ құбыры желісіне қосу жүргізілді. Сонымен қатар,

жүргізіліп жатқан жұмыстар метанды өнеркәсіптік көлемде алу туралы айтуға мүмкіндік бермейді және шахта жұмыстарының толық қауіпсіздігін қамтамасыз етпейді [49].

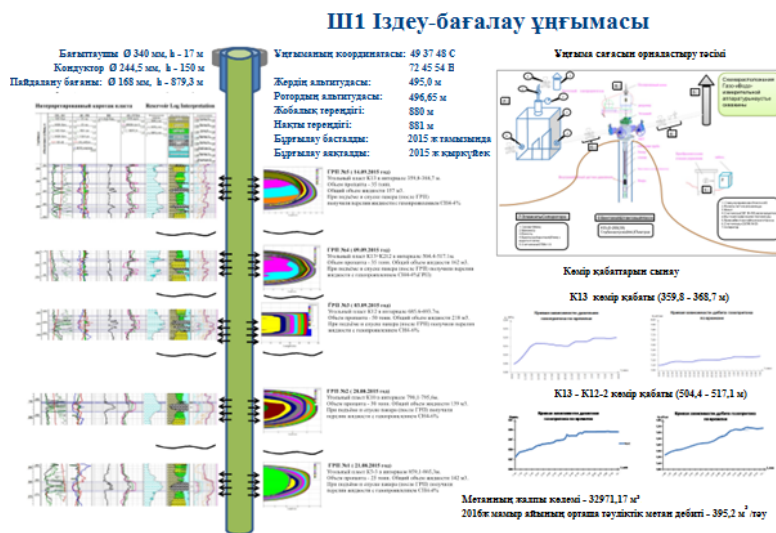
Көмір қабаттарынан метанды алудың әлемдік тәжірибесі газдың ең көп көлемі жер бетінен көлбеу бағытталған не көлденең ұңғымаларды, сондай-ақ ұңғымаларға метанның келуін ынталандыру технологияларын қолдана отырып, тік ұңғымаларды бұрғылау барысында ғана алынатынын куәландырады.

Осы уақыт аралығында, барлық қиындықтарға қарамастан, Қарағанды көмір бассейнінің тарихында алғаш рет қысқа мерзімде Шерубайнұра телімінде тәжірибелік-өнеркәсіптік жұмыстардың едәуір көлемі орындалды. Онда көмір қабаттарының газ бөлуін қарқындату жөніндегі жұмыстар әртүрлі әдістермен жүргізілді. Ұңғымаларды өндірудің бастапқы кезеңінде концентрациясы 98% метан газының алғашқы ағыны алынды және 180 мың м³ астам газ шығарылды.

Ш1 іздеу-бағалау ұңғымасы RD-20 бұрғы қондырғысымен 880 метр тереңдікке бұрғыланды. Ұңғыманың келесі сипаттамалары бар:

- бағыттаушы құбыры: тереңдігі 17 м, диаметрі 340 мм;
- кондуктор құбыры: тереңдігі 150 м, диаметрі 244,5 мм;
- пайдалану бағанасы: тереңдігі 879,3 м, диаметрі 168 мм.

Ұңғымада келесі 5 қабат (к₅, к₁₀, к₁₂, к₁₂^{1/2}, к₁₃) бойынша ҚГЖ бойынша жұмыстар жүргізілді. 820 м³ көлемдегі сұйықтық және 175 тонна проппант қабатты гидро жару үшін пайдаланылды. Ұңғыманың дебиті 20 м³ құрады. Ш1 Іздеу-бағалау ұңғымасының нәтижелері 3.11-суретте көрсетілген.

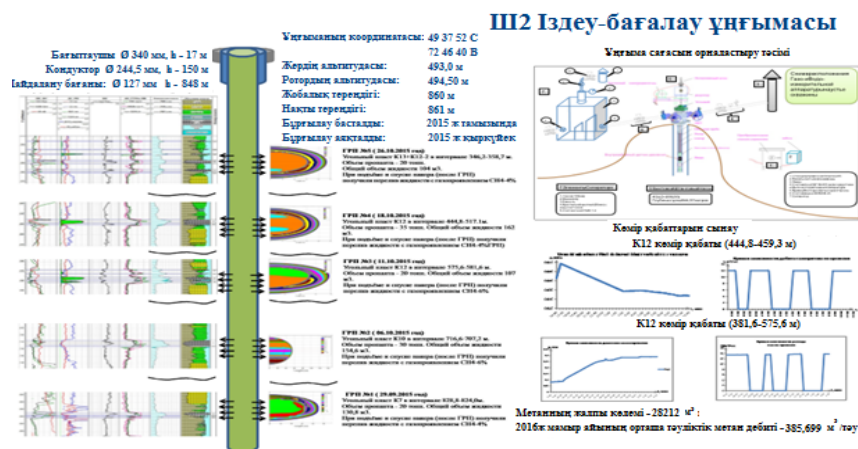


Сурет 3.11 – Ш1 Іздеу-бағалау ұңғымасы

Ш2 іздеу-бағалау ұңғымасы RD-20 бұрғы қондырғысымен 860 метр тереңдікке бұрғыланды 3.12 сурет. Ұңғыманың келесі сипаттамалары бар:

- бағыттаушы құбыры: тереңдігі 17 м, диаметрі 340 мм;
- кондуктор құбыры: тереңдігі 150 м, диаметрі 244,5 мм;
- пайдалану бағанасы: тереңдігі 848 м, диаметрі 127 мм.

Ұңғымада келесі 5 қабат (K_7 , K_{10} , K_{12} , $K^{12/2}$, K_{13}) бойынша ҚГЖ бойынша жұмыстар жүргізілді. Қабатты гидрожару үшін көлемі 660 м^3 сұйықтық және көлемі 125 тонна проппант пайдаланылды. Ұңғыманың дебиті 35 м^3 құрады.

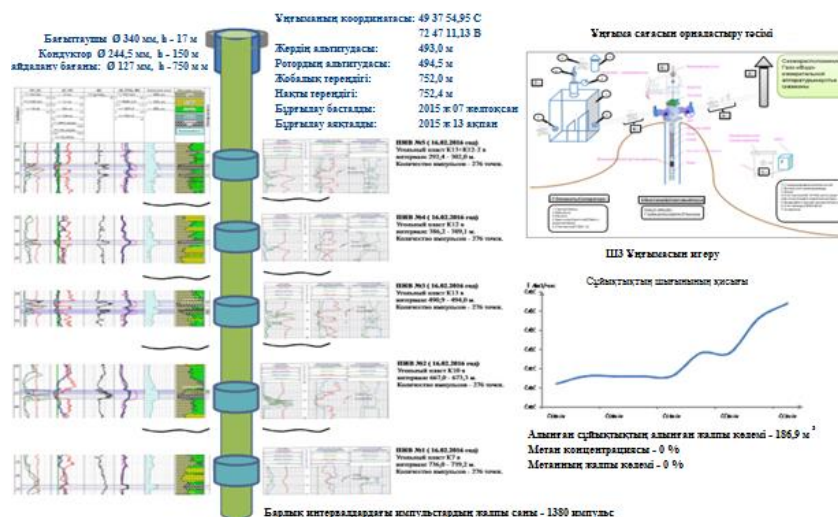


Сурет 3.12 – Ш2 Іздеу-бағалау ұңғымасы

Ш3 іздеу-бағалау ұңғымасы RD-20 бұрғы қондырғысымен 752 метр тереңдікке бұрғыланды 3.13 сурет. Ұңғыманың келесі сипаттамалары бар:

- бағыттаушы құбыры: тереңдігі 17 м, диаметрі 340 мм;
- кондуктор құбыры: тереңдігі 150 м, диаметрі 244,5 мм;
- пайдалану бағанасы: тереңдігі 750 м, диаметрі 127 мм.

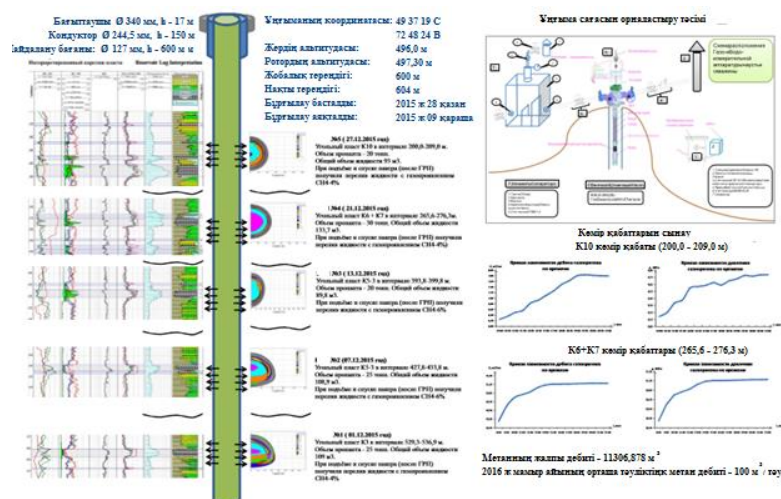
Ұңғымада келесі 5 қабат (K_7 , K_{10} , K_{12} , $K^{12/2}$, K_{13}) бойынша плазмалық-импульстік әсер ету бойынша жұмыстар жүргізілді.



Сурет 3.13 – Ш3 Іздеу-бағалау ұңғымасы

Ш4 іздеу-бағалау ұңғымасы RD-20 бұрғы қондырғысымен 600 метр тереңдікке бұрғыланды 3.14 сурет. Ұңғыманың келесі сипаттамалары бар:

- бағыттаушы құбыры: тереңдігі 17 м, диаметрі 340 мм;
- кондуктор құбыры: тереңдігі 150 м, диаметрі 244,5 мм;
- пайдалану бағанасы: тереңдігі 600 м, диаметрі 127 мм.



Сурет 3.14 – Ш4 Іздеу-бағалау ұңғымасы

Ұңғымада келесі 5 қабат (K_3 , K_5 , K_5^{-3} , K_6 , K_7) бойынша ҚГЖ бойынша жұмыстар жүргізілді. 540 м^3 көлемдегі сұйықтық және 120 тонна проппант қабатты гидро жару үшін пайдаланылды. Ұңғыманың дебиті 10 м^3 құрады.

Ш8 іздеу-бағалау ұңғымасы RD-20 бұрғы кондырғысымен 690 метр тереңдікке бұрғыланды. Ұңғыманың келесі сипаттамалары бар:

- бағыттаушы құбыры: тереңдігі 17 м, диаметрі 340 мм;
- кондуктор құбыры: тереңдігі 150 м, диаметрі 244,5 мм;
- пайдалану бағанасы: тереңдігі 690 м, диаметрі 127 мм.

Ұңғымада келесі 5 қабат (K_7 , K_{10} , K_{12} , $K_{12}^{1/2}$, K_{13}) бойынша плазмалық-импульстік әсер ету бойынша жұмыстар жүргізілді. Барлық интервалдардағы импульстардың жалпы саны-1920 импульс. Ұңғыма дебиті 0 м^3 құрады [50].

3.8 Бұрғылау ерітінділері

Бұрғылау ерітінділерімен шаю арқылы жобалық ұңғымаларды бұрғылау үшін арнайы қосымша жабдықтармен жабдықталған УПА-60/80 кондырғысы құрастырылды: сорғы, тазалау жүйесі, өлшеуіш, өлшеу құралдары.

Зерттеу нысаны: Оңай гидратацияланатын және ыдырайтын саздардың жоғары мөлшері бар геологиялық қима.

Эксперименттің мақсаттары:

- бұрғылаудың максим. механикалық жылдамдығын қамтамасыз ету;
- бұрғылау ерітіндісін өңдеуге арналған химиялық реагенттердің шығынын дұрыстау.

3.8.1 Ұңғымалардың бағыты, кондукторы және пайдалану бағаны бойынша бұрғылау параметрлері

Бұрғылау кезінде бұрғылау ерітіндісімен шаю арқылы бұрғылаудың айналмалы әдісі жобаланған. Бұрғылау ерітіндісінің түрі және технологиялық параметрлері 3.4 кестеде келтірілген.

Кесте 3.4 – Бұрғылау ерітіндісінің түрі және технологиялық параметрлері

Бұрғылау ерітіндісінің түрі мен параметрлері	Атауы	Енгізу мақсаты	1 м ³ құрауыштардың шығысы
<i>Пайдалану бағанын бұрғылау кезінде - биополимер-сазды ерітінді</i>			
$\gamma = 1160 \text{ кг/м}^3$ $T = 40-55 \text{ сек}$ $V = 6 \text{ см}^3/30 \text{ мин}$ дейін $K = 1$ $\text{СНС} \quad 1/10=6-12/14-18$ дПа $\text{pH} = 9-9,5$ $V = 8 \text{ см}^3/30 \text{ мин}$ дейін $K = 1$	Бентонит	Құрылымды түзуші	20
	КМЦ	Тұтқырлық реттегіші	3
	Na ₂ CO ₃	Са иондарының құрамын бақылау	0,5
	Polisol	Бұрғылау ерітіндісінің қасиеттерін реттеу	0,3
	Техникалық тұз	Са иондарының құрамын бақылау	0,5
	POLIPAC UL	Су беруді төмендеткіш	0,8
	POLIPAC R	Су беруді күшейткіш тұтқырлықты төмендетеді	0,2
	Көбік басқыш	Көбіктенуді басқыш	0,03
	Dyovis	Бұрғылау ерітіндісінің реологиялық қасиеттерін реттеу	0,3
	DESCO/Бурпласт	Сұйылтқыш	0,04

3.8.2 Бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын таңдауды негіздеу

Пайдалану бағанына бұрғылау үшін бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын

3.6 және 3.7 формуласымен есептейміз:

– рұқсат етілген репрессия: 2,5-3,0 МПа артық емес

– қауіпсіздік коэффициенті: 10%

$$\rho_{\min} = \frac{\alpha P_{nn}}{gH} = \frac{1,10 \cdot 9,458}{9,8 \cdot 900} = 1,18 \left(\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right) \quad (3.6)$$

$$\rho_{\max} = \frac{P_{nn} + \Delta P}{gH} = \frac{9,458 + 2,5}{9,8 \cdot 900} = 1,36 \left(\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right) \quad (3.7)$$

Механикалық бұрғылау уақыты бекіту уақытын ескере отырып жасалады:

- бағыттаушы бойынша бұрғылау кезінде - 3 тәулік;

- кондукторға бұрғылау кезінде - 6 тәулік;

- пайдалану бағанын бұрғылау кезінде-22 тәулік.

3.8.3 Бұрғылау ерітіндісін дайындау интервалы мен көлемі

Бұрғылауда келешекті метан-көмір қабаттарын ашар алдында ұңғыманың көлеміне тең мөлшерде бұрғылау ерітіндісінің тұрақты қоры болуы тиіс (кесте 3.5); циркуляциялық жүйесінің ыдыстарында орналасқан бұрғылау ерітіндісін пайдалану көзделген [51].

Кесте 3.5 – Бұрғылау ерітіндісін дайындау аралықтары мен көлемі

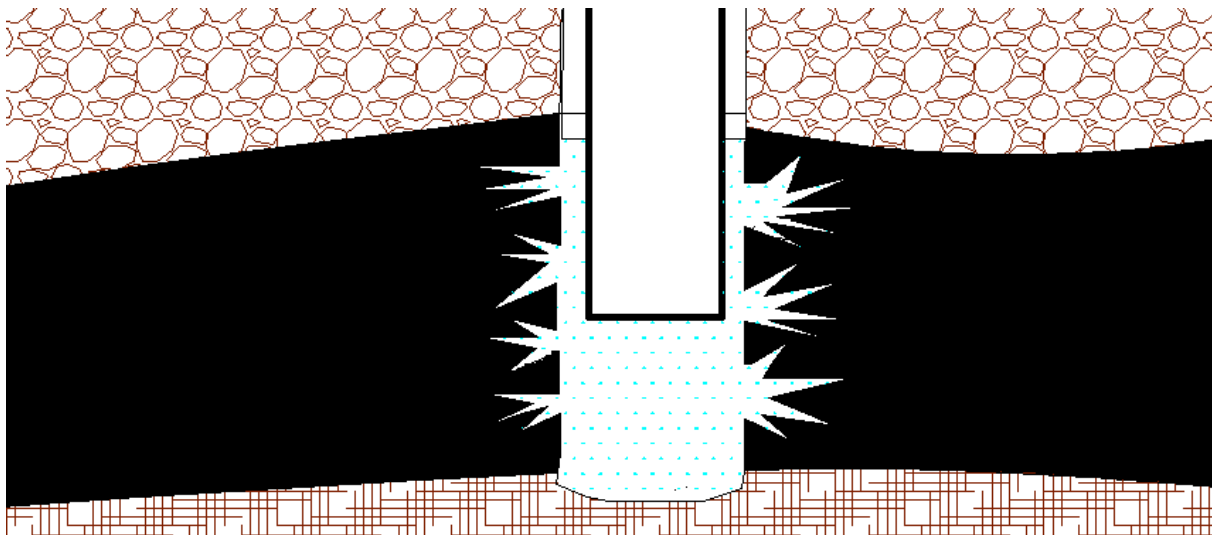
Бұрғылау ерітіндісінің түрі	Дайындау интервалы, м	Дайындау көлемі, %	Химиялық өңдеу көлемі, %
Аз сазды биополимерлік ерітінді	150 - 900	100	100
<i>Ерітінді тұщы суда дайындалады</i>			
Бұрғылау басталғанға дейінгі ерітінді көлемі, м ³ - 30 Бастапқы ерітінді үшін бетіндегі көлем, м ³ - 30 Қосалқы ерітінді үшін бетіндегі көлем, м ³ - 0 Жер бетіндегі бастапқы бұрғылау ерітіндісінің тығыздығы, кг/м ³ - 1050 Бұрғылау ерітіндісінің қосалқы көлемімен бұрғылау интервалы, м - 150-900			

Тасымалдау және ұңғыманың көлеміне тең мөлшерде қосымша ерітінді дайындауға қажетті химиялық реагенттер мен материалдардың қоры болуы керек. Көбінесе көлбеу бағытталған ұңғымаларды бұрғылау үшін су негізіндегі бұрғылау ерітіндісі жүйелері бұрғылау ерітінділері ретінде қолданылады. Өнімді қабатты бұрғылау кезіндегі бұрғылау ерітіндісінің негізгі міндеті – ұңғыманың қабырғаларында тығыз, өткізбейтін сүзгі қабығын құру, ол бұрғылау ерітіндісін өнімді қабатқа сүзуді азайтуға және бұрғылау ерітіндісінің коллектордың сүзу және сыйымдылық қасиеттеріне теріс әсерін азайтуға қызмет етеді.

Су негізіндегі бастапқы ашылудың бұрғылау ерітінділерінің негізгі компоненттері - құрылым түзгіштер, сүзу төмендеткіштері, колматанттар. Бастапқы ашылатын бұрғылау ерітіндісінің бірде-бір компоненті коллектордың сүзу қасиеттеріне қайтымсыз әсер етпеуі тиіс. Бұрғылаудан кейін ұңғыманы сәтті аяқтау үшін үдерісте пайда болған тосқауылды, атап айтқанда ұңғыманы іске қосқан кезде оны режимге шығару уақытын едәуір арттыратын сүзгі қабығын жою қажет.

Бұрғылау ерітіндісінің құрамына кіретін полимерлердің, крахмалдың, кальций карбонатының, бұрғыланған жыныстың өнімді қабатына енуі, сүзу қыртысын қалыптастыру кезінде қабаттың сүзу қасиеттерін өзгертеді және бастапқы өткізгіштіктің төмендеуіне әкеледі. Оны қалпына келтіру үшін - қышқылдар, тотықтырғыштар тәрізді химиялық қосылыстармен өңдеуге болады [52, 53].

Бұл мәселені шешу үшін ұңғымадағы қабаттың өнімді интервалдарында әр түрлі концентрацияда тұз қышқылын қолданылады. Ұңғымаларды қышқылмен өңдеу көмір қабаттарының өткізгіштігін арттыру үшін кенжарларды сазды қыртыстардан тазартуға арналған. Тұз қышқылының әсерінен тау жыныстары мен көмір қабаттарында қуыстар, жарықшақтар, ағу арналары пайда болады, (сурек 3.15) нәтижесінде өнімді қабаттың өткізгіштігі артады, демек метан-көмір ұңғымаларының өнімділігі артады.



Сурет 3.15 – Ұңғымаларды тұз-қышқылмен өңдеу

Көптеген жағдайларда кенжардағы кеуек арналарының санын жасанды түрде көбейту және олардың ұзындығын ұзарту қажет.

Ұңғымалардың кенжар аймағына әсер ету сипаты бойынша тау жыныстарының өткізгіштігін арттыру әдістері шартты түрде химиялық, механикалық, жылу және физикалық болып бөлінуі мүмкін.

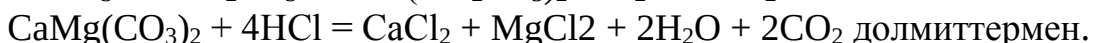
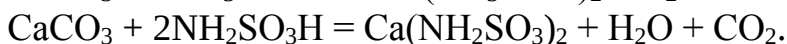
Өнімді қабаттарға әсер етудің химиялық әдістерін қолдану сорылатын химиялық заттардың кейбір тау жыныстарымен өзара әрекеттесу реакцияларына негізделген, осылайша кеуек арналарының мөлшерін және қабаттың өткізгіштігін арттырады.

Қышқылдық әсер ету әдісі қышқылдардың сулы ерітіндісінің коллектор жынысын құрайтын минералдармен және төменгі кенжар аймағын бітеп тұратын қатты жыныстармен әрекеттесуіне негізделген.

Тұз қышқылы концентрациясының жоғарылауымен коррозиялық белсенділік және эмульсия қасиеті, сондай-ақ ықтималдығы артады

Тұз қышқылының оңтайлы концентрациясы 18% тең қабылданды.

Тұз, сірке және сульфамин қышқылдарының карбонатты коллектордың негізгі айырмашылықтарымен өзара әрекеттесу реакциясы келесі тәсімдерге сәйкес жүреді:



Тау жынысының химиялық құрамы реактив пен оның компоненттерін таңдауға айтарлықтай әсер етеді [54].

3.9 Эксперименттің әдіснамасы және оны дайындау

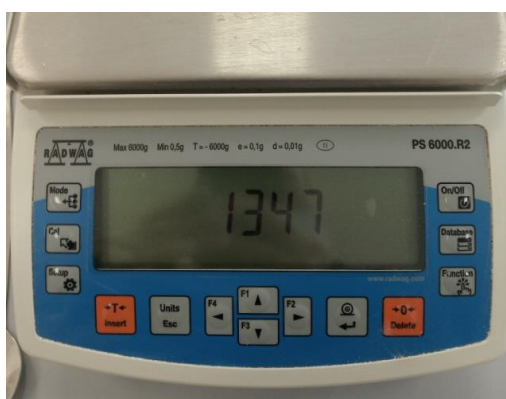
Саз қыртысын тұз қышқылымен жою бойынша сынақтар Назарбаев Университетінің бұрғылау ерітінділері зертханасында жүргізілді. Қышқыл

еритін компоненттері бар сүзгі қабығын жоюдың ең оңай жолы-қышқыл ванналарын орнату болып табылады [54, с. 123]. Әктас, сидерит, целестин және т.б. қышқылмен әрекеттескенде, саз қыртысының құрылымын тиімді бұзады, оны коллектордың бетінен шығаруды жеңілдетеді.

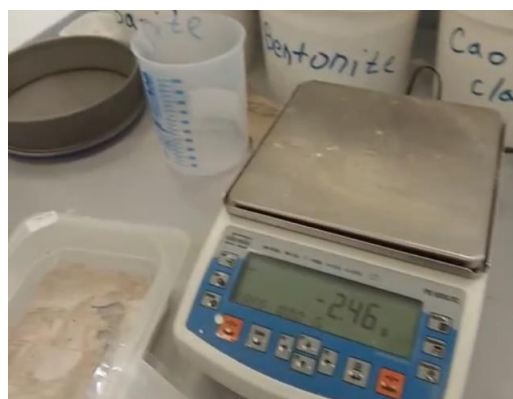
Сынақтар Шерубайнұра телімінде ұңғымаларды бұрғылау кезінде қолданылған бұрғылау ерітіндісінде жүргізілді. Бұрғылау ерітіндісі жобалық құжаттамаға сәйкес дайындалған (кесте 3.4) және келесі компоненттерден тұрады: Бентонит, КМЦ, Na_2CO_3 , polisol, Техникалық тұз, POLIPAC UL, POLIPAC R, Көбікбасқыш, Dyovis, DESCO / Бурпласт.

3.9.1 Бұрғылау ерітіндісін дайындау

Компоненттердің массасын өлшеу үшін зертханалық таразылар қолданылды (сурет 3.16).



а



ә

а – таразыдағы үлгінің массасы; ә – қолданылған ыдыстың массасы

Сурет 3.16 – Зертханалық таразылар PS 6000/C/2, (PS 6000.R2) Radwag

Жеке компоненттерді араластыру бұрғылау ерітінділерінің тұрақты араластырғышының көмегімен 350 мл сыйымдылықта болды (сурет 3.17).



а



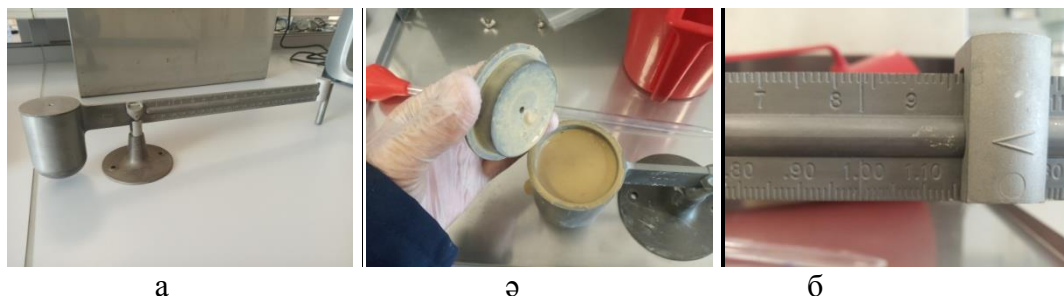
ә

а – қолданылған ыдыс; ә – араластырғыш миксер

Сурет 3.17 - Араластырғышта бұрғылау ерітіндісін араластыруға арналған ыдыс

а) бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын анықтау

Бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын анықтау үшін тұқалы таразы - ВРП-1 тығыздағыш өлшегіші қолданылды $\gamma = 1160 \text{ кг/м}^3$ (сурет 3.18).



а - бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын өлшеу диапазоны: жоғарғы шкала бойынша, г/см^3 0,8-ден 1,6-ға дейін; в - төменгі шкала бойынша, г/см^3 1,6-дан 2,6-ға дейін; б - өлшеу қателігі, $\text{г/см}^3 \pm 0,01$)

Сурет 3.18 – ВРП-1 тығыз өлшегіш иіңтірек таразы

ә) бұрғылау ерітіндісінің шартты тұтқырлығын анықтау

Шартты тұтқырлық - бұрғылау ерітіндісінің белгілі бір көлемінің стандартты шұңқырынан өту уақытымен анықталатын шама. Шартты тұтқырлық ағынға гидравликалық қарсылықты, яғни бұрғылау ерітіндісінің қозғалғыштығын жанама сипаттайды.

Шартты тұтқырлықты өлшеу үшін өлшеу шеңберінен, тордан және шұңқырынан тұратын Марш вискозиметрі қолданылады (сурет 3.19).



а – марш шұңқыры; в - секундомер

Сурет 3.19 – Тұтқырлықты өлшеу құралдары

Марш вискозиметрімен өлшенген тұтқырлық - бұл ерітіндіні араластыруға мәжбүр ететін күш мөлшеріне түтіктің шығу тесігі арқылы бұрғылау ерітіндісінің үлгісінің ағу жылдамдығының қатынасы.

Бұрғылау ерітіндісінің шартты тұтқырлығы - бұл Марш шұңқырынан бұрғылау ерітіндісіне арналған өлшеу шеңберіне өту үшін ерітіндінің бір өлшеуін (946 мл) қажет ететін уақыт (секунд). Шартты тұтқырлық секундтарда көрсетіледі. Су Марш шұңқырының тесігінен шамамен 26 секунд ішінде өтеді. Бұрғылау ерітіндісіндегі өзгерістердің индикаторы болып табылады, бұл ұңғымаға кіретін және шығатын ерітінді үлгілерінің тұтқырлығын салыстыруға мүмкіндік береді

б) су беруді анықтау

Су беру ($C, \text{см}^3$) - диаметрі 75 мм қағаз сүзгі арқылы ерітіндіні өткізген кезде бұрғылау ерітіндісінен 30 минут ішінде бөлінген сүзгіштің көлемі 100 psi, яғни 6,9 бар қысым айырмасында бұрғылау ерітіндісінің сүзгіштік қасиеттерін сипаттайды (сурет 3.20).



а

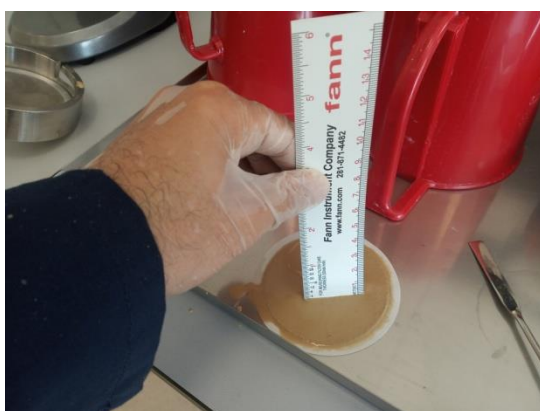


ә

а – сүзгі пресс (сүзу қысымы, МПа ($\text{кг}/\text{см}^2$)) ә – диаметрі 75 мм сүзгі (7)

Сурет 3.20 – Сүзгілеу үдерісі

в) саз қыртысының қалыңдығын өлшеу. Әрі қарай, саз қыртысының қалыңдығы өлшенеді (сурет 3.21).



а

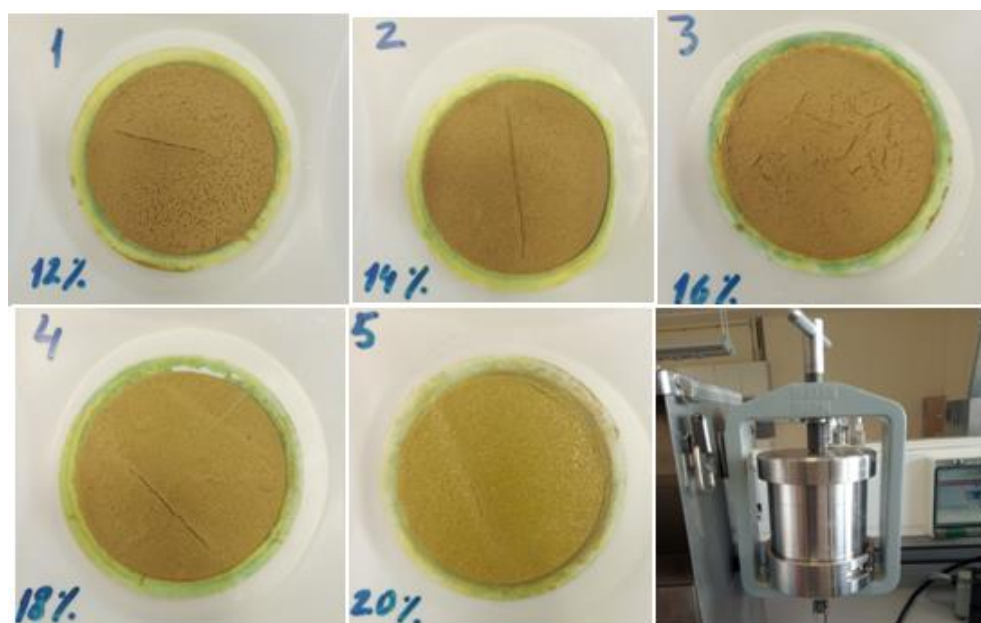


ә

а – бастапқы өлшем; ә – кейінгі өлшем

Сурет 3.21 – Саз қыртысының қалыңдығын өлшеу

Осылайша, қалыңдығы 2 мм-ге дейін сазды қыртыстың 5 үлгісі дайындалды, (сурет 3.22). сазды қыртыс үлгілерінің нәтижелері көрсетілген.



Сурет 3.22 – Саз қабығы үлгілерінің нәтижелері

3.9.2 Саз қыртыстарын жою бойынша қышқыл ерітінділерді сынау
Сыналатын қышқыл ерітінділері 12,14,16,18 және тиісінше 20% концентрациясы бар 5 қышқыл композиция дайындалды (сурет 3.23).



Сурет 3.23 – Тұз қышқылы HCL

Сазды қыртыстарды қышқылмен өңдеу

Қышқылмен өндеуден бұрын фильтрациялық қыртыстың бетінен сазды суспензияның қалдықтары сумен жуылды

Қышқыл ерітіндісін саз қыртысы арқылы сүзу вакуумдық әдіспен 6,9 бар қысымы айырмасы кезде жүргізілді (сурет 3.24).



а – қыртыстың тұз қышқылымен әрекеттесуі; ә – әрекеттесу нәтижесі

Сурет 3.24 – Саз қыртысын тұз қышқылымен жою үдерісі

3.9.3 Нәтижелерді талқылау

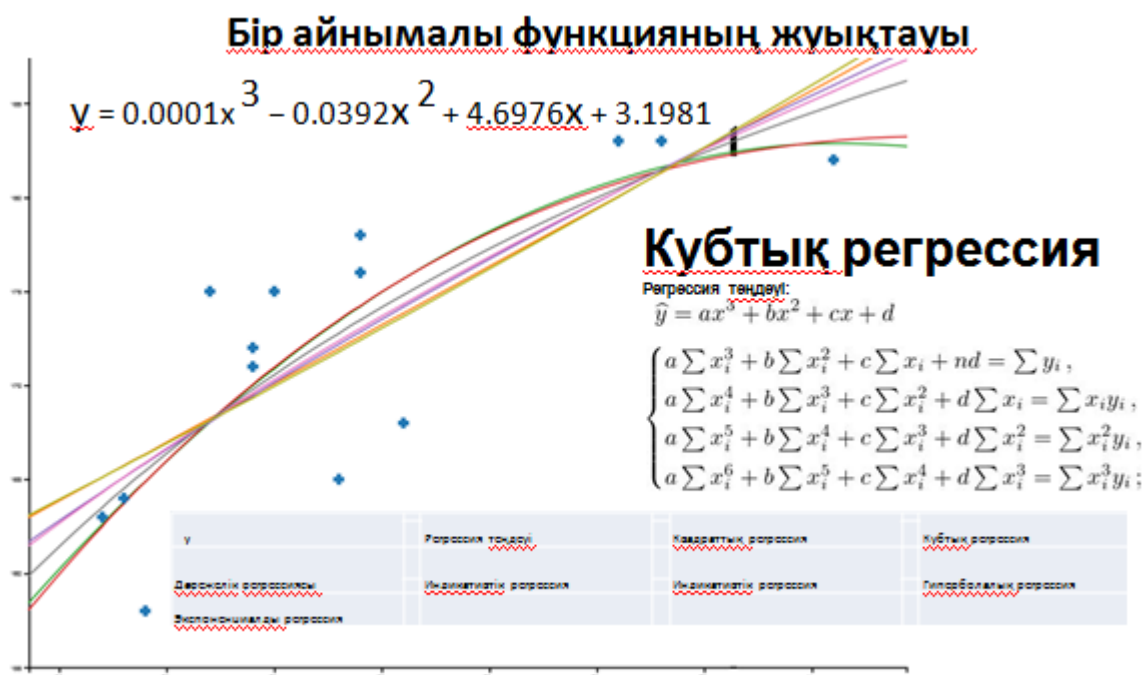
Әдетте [55] қышқылдың қыртыспен әрекеттесуі екі кезеңде жүреді.

Бірінші кезең – реакцияның "жасырын" фазасы, онда қышқылдың қыртыс арқылы сүзу жылдамдығы (нақты уақыт аралығында анықталған фильтраттың көлемі) тікелей пропорционалды тәуелділігі болады.

Екінші кезең - бұл 1-кезеңнің тік сызықты тәуелділігінен ауытқумен сипатталатын фильтрациялық қыртыспен қышқылдың белсенді әрекеттесу фазасы

Қышқыл концентрациясының жоғарылауымен реакцияның "жасырын" фазасының ұзақтығы төмендейді. Сонымен, осы эксперимент жағдайында 20% тұз қышқылы үшін реакцияның жасырын фазасының уақыты шамамен 5 мин. құрайды, ал 12% қышқыл үшін бұл кезең 31 мин. құрады. Жүргізілген 5 сынаққа сәйкес сүзу уақытының қышқыл ерітіндісінің концентрациясына тәуелділік диаграммасы келтірілген (Қосымша А).

Метанды алу үдерісінің басталу уақытының тұз қышқылын өндеудің пайыздық мөлшеріне тәуелділігі кубтық регрессия түрінде болады (сурет 3.25).



Сурет 3.25 – Бір айнымалы функцияның жуықтауы

Осылайша, қышқыл концентрациясының көлемдік мөлшерінің жоғарылауы сүзгі прессіндегі қыртыстардың өткізгіштігін арттырады, бұл саз қыртысының жойылу тиімділігінің тікелей көрсеткіші болып табылады.

Сазды қыртысты өңдеудегі және тиімді қышқылдың бұзылуындағы ең оңтайлы қышқыл концентрациясы 18% HCL болып табылатынын көруге болады. Қышқыл концентрациясы операциялық тұрғыдан ақталған болып табылады, өйткені аз концентрация кезінде өңдеу үдерісінің уақыты (17 минуттан астам) артады, ал үлкен концентрация кезінде бұрғылау мен өндіру жұмыстарында қолданылатын ұңғыма ішіндегі жабдыққа қатты коррозиялық әсер етеді, әсіресе қыртыстың бұзылу уақытының шамалы айырмасы кезінде (2,5 минут) [53, с. 15].

Қышқыл ерітіндісіне кіретін қышқыл компоненттерінің концентрациясын таңдаудың негізгі принциптерінің бірі – қышқылдың минималды ең аз мөлшерімен ерітілетін сазды қыртыстың максималды мөлшерін қамтамасыз ету. Көптеген зерттеулер мен қолдану тәжірибесі елдің әртүрлі аймақтарынан Шерубайнұра кен орындарына көшірілген негізгі технологияларда тұз қышқылының ең қолайлы концентрациясы 18% құрайды. Бұл ыңғайлы, өйткені өнеркәсіпке шығарылатын техникалық хлорлы сутегі қышқылы 37% негізгі заттың массалық үлесін қамтиды, бұл коммерциялық жағдайда қышқыл ерітіндісін қарапайым сумен жартысында сұйылтып, кез-келген есептеусіз оңай дайындауға мүмкіндік береді

Назарбаев университетінің зертханасында жүргізілген эксперименттер нәтижелері бойынша сазды қыртыстың еру реакциясы 12-18% кешенді концентрацияларда қарқынды жүреді, ал оның концентрациясы 12%-дан аз болған кезде қыртыстың қажетті мерзімде еруі болмайды немесе реакция мүлдем болмайды (Қосымша Ә).

Көмір қабаттарының төмен өткізгіштігі газдың төмен бөлінуін тудырады. Сол себепті ҚГЖ кезінде көмір қабаттарының өткізгіштігін арттыру мақсатында кенжардан алынған k_3 және k_{10} көмір қабаттарының үлгілерін ҚарТУ-нің Тау-кен металлургия кешенінде «Метан энергетикасы» зертханасында метанның десорбциясына 18% тұз қышқылының әсерін зерттедік (сурет 3.26).

Сынама іріктеу бөтелкелерінен бөлінген газды газсыздандыру жүргізілді.

- бөлінген газдың көлемі-қалыпты жағдайда 140 мл;
- детектор метанның 80-нен астам деңгейін тіркеді %.



Сурет 3.26 – Geokrak десорбциялық қондырғысы

Сынама іріктегіштен көмір шығарып, техникалық таразылардағы салмақты өлшедік-869 гр (сурет 3.27).



Сурет 3.27 – Сынама көмір массасы

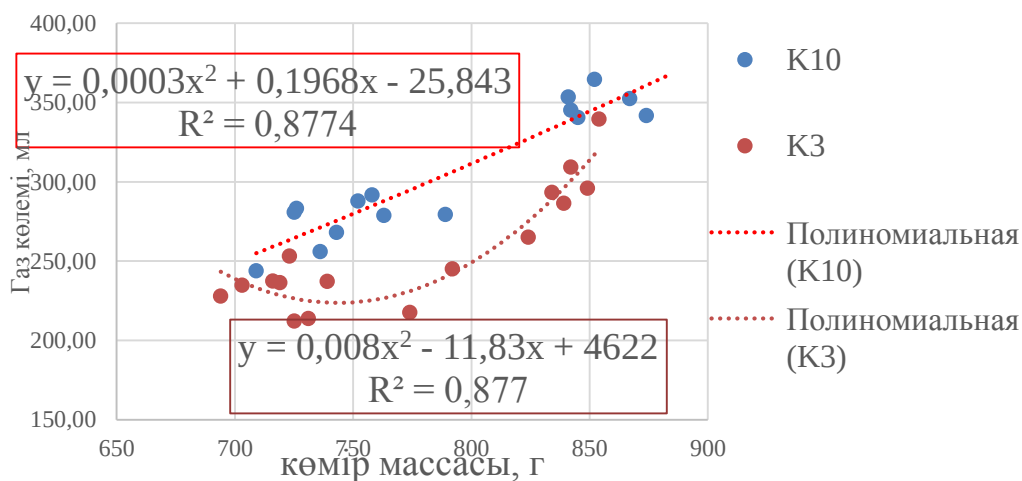
- 50 г көмір тастарын алып, бөлме температурасында 50 мл су құйды;
- 10 минут күткеннен кейін газ ортасы қоршалды, метанның пайыздық іздері табылмады;
- көмірдің көлемі аз болғандықтан, көмірді сынамалы вакуумдық шөлмектерге қайта тиеу және 200 мл көлемін 18% тұз қышқылына құю туралы шешім қабылданды;
- 5 минут күткеннен кейін, олар десорбция қондырғысының клапанын бұрап, газдың шығуын түзете бастады. Шығарылған газдың көлемі 11 минут қалыпты жағдайда - >250 мл. құрады.

Шығарылған газ қоспасындағы метанның дәлірек концентрациясы хроматографта анықталды (сурет 3.28).



Сурет 3.28 – Agilent 7890B газ хроматографы

Хроматограммалар деректері бойынша метанның концентрациясы 18% көмірге әсер еткеннен кейін 62% құрады, қалған үлес көмір жынысы құрылымында болатын карбонаттардың бұзылуы нәтижесінде пайда болатын көмірқышқыл газының концентрациясын құрады (сурет 3.29, кесте 3.6, 3.7).



Сурет 3.29 – Көмір массасы бойынша метан бөлінуін болжау

Кесте 3.6 – Метанның бөлінуін есептеу мәндері

Сынама №	Масса, кг	Газ (сбос), мл	Газ (қыш), мл	Конц. CH ₄ (бос)	Конц. CH ₄ (қыш)	Таза метанның мл-ге шығуы, Бос	Таза метанның мл-ге шығуы, (қыш))	Жалпы метан, мл	Коэф. Шығу (қыш) / шығу (Бос))	Метан бөлінуінің тиімділігі %
1	841	178	270	91	71	162	192	353,68	1,18	18
2	752	169	250	89	67	130	158	288,00	1,22	22
3	743	149	240	85	59	127	142	268,25	1,12	12
4	867	185	238	89	79	165	188	352,67	1,14	14
5	725	161	225	93	76	130	151	281,00	1,16	16
6	874	178	250	91	72	162	180	341,98	1,11	11
7	709	129	214	83	64	107	137	244,03	1,28	28
8	842	164	270	92	72	151	194	345,28	1,29	29
9	736	139	208	81	69	113	144	256,11	1,27	27
10	845	166	245	96	74	159	181	340,66	1,14	14
11	758	172	224	86	79	148	144	291,92	0,97	-3
12	726	142	209	95	71	135	148	283,29	1,10	10
13	852	182	260	89	78	162	203	364,78	1,25	25
14	789	147	236	81	68	119	160	279,55	1,35	35
15	763	185	212	82	79	132	147	279,00	1,11	11

Кесте 3.7 – Метанның бөлінуін болдау

Pi	Xi*Pi	Xi*Xi*Pi	Вариация көрсеткіштері	Мәндер	Масса, кг	Жалпы метан, мл
0,07	1,22	22,4	<i>Мат күту M (X)</i>	18	839	286,60
0,13	2,87	61,9	Максимум	35	716	237,52
0,07	0,79	9,3	Минимум	-3	694	228,01
0,20	2,84	40,3	Вариация ауқымы	37	849	296,16
	0,00	0,0	Орташа сызықтық ауытқу	7,76	703	234,84
	0,00	0,0	<i>Бас жиынтық бойынша Дисперсия</i>	87,2	854	339,74
0,07	1,86	52,0	Үлгі бойынша Дисперсия	93,4	723	253,21
0,07	1,92	55,5	<i>Жалпы орташа квадраттық ауытқу</i>	9,3	842	309,46
0,07	1,83	50,3	Үлгі бойынша орташа квадраттық ауытқу	9,7	725	212,24
	0,00	0,0	<i>Вариация коэффициенті</i>	54%	834	293,51
0,07	-0,18	0,5	<i>Осцилляцион коэффициент</i>	2,1	739	237,42
0,13	1,33	13,3			719	236,55
0,07	1,68	42,3			824	265,24
0,07	2,32	80,6			774	217,76
	0,00	0,0			731	213,86
1,00					792	245,13
					819	

Осылайша, 18% ерітінді өткізгіштіктің жоғарылауына және сәйкесінше көмір қабаттарындағы метанның диффузиясына байланысты газ шығынын орташа есеппен 17-19% арттырады деп санаймыз (Қосымша Б).

3.10 Шерубайнұра теліміндегі ұңғымалардың құрылмасын таңдау

Шерубайнұра теліміндегі пайдалану ұңғымаларының құрылмасын таңдау келесі факторларға байланысты:

- бұрғылау технологиясын, бұрғылау ерітінділерін, ұңғымаларды бекітуді таңдауға қойылатын талаптарды анықтайтын қиманың сипаттамалары;
- ұңғымалардан күтілетін өнімділік;
- қабаттардың құрылымы мен сүзу-сыйымдылық қасиеттерінің ерекшеліктері;
- ұңғыма құрылмасының әрбір түріне тән, жер үсті жайластыру жүйесінің ерекшеліктері;
- қандай да бір құрылымдағы ұңғымаларды бұрғылаумен өндіру жүйелері үшін техникалық-экономикалық көрсеткіштер [56].

Шерубайнұра телімінің қимасы (кесте 3.8) жұмсақ және орташа жыныстардан (саздақтар, құмдақ, саздақтар, аргиллиттер, алевролиттер, құмтас, көмір) құралған. Тереңдігі 11 м дейінгі аралықта жыныстардың жоғары өткізгіштігі кезінде тұщы судың болуы байқалады. 60-тан 190 м-ге дейін, 190-нан 450 м-ге дейін және 450-ден 900 м-ге дейін аралықтарда 116 мД-ге дейін өткізгіштігі бар сулы құмдақ болуы мүмкін.

Кесте 3.8 – Тіліктің литология-стратиграфиялық сипаттамасы

Стратиграф. бөлімнің индексі	Интервал, м		Тау жыныс		Тау жыныстарының стандартты сипаттамасы: толық атауы, сипатты белгілері (құрылымы, текстурасы, минералды құрамы және т.б.)
	жоғарыдан	төменге дейін	қысқаша атауы	% интервалда	
1	2	3	4	5	6
Q	0	11	саздақ	40	Сұр саздақтан кара-қоңырға дейін
			құмдақ	60	Жұмыр тас қосылған кара-қоңыр құмдақ
N	11	15	балшық	100	Созымды майлы кара-қоңыр балшықтар
□	15	60	балшық	100	Кремнийлі жұмыр тас және гипс қосылған қызыл-қоңыр балшықтар
C2Pdk	60	190	аргиллит	50	Ұсақ шұбар, жасыл-сұр, кара-сұр аргиллит.
			алевролит	30	Балшықты, ұсақ түйіршікті, жасыл-сұр қарасұр алевролит.
			құмтас	20	Ұсақ түйіршікті, жасыл-сұр, кара-сұр құмтас.
C2krg3	190	450	аргиллит	45	Көмір қабатшасы бар жасыл-сұр, кара-сұр аргиллит.
			алевролит	40	Балшықты, ұсақ түйіршікті, жасыл-сұр, кара-сұр алевролит.
			құмтас	10	Ұсақ түйіршікті, жасыл-сұр, кара-сұр құмтас

Кестенің жалғасы 3.8

1	2	3	4	5	6
			көмір	5	Қара көмір.
C2k rg2	450	900	құмтас	40	Полимиктілі ұсақ және орташа түйіршікті, жасыл-сұр, кара-сұр құмтас.
			алевролит	35	Балшықты, ұсақ түйіршікті, жасыл-сұр, кара-сұр алевролит.
			аргиллит	15	Қат-қабатты, көмір қабатшасы бар жасыл-сұр кара-сұр аргиллит.
			көмір	10	Қара көмір

Алайда телімдің күрделі геологиялық құрылысының салдарынан су көрінудің әлеуетті интервалдарының болуы болжамы әрбір бұрғылау аймағы бойынша жеке берілуі тиіс.

Тиісінше, бағыттаушы пен кондуктордың түсу аралығы да өзгеруі мүмкін.

Тәжірибелік-өнеркәсіптік пайдалану нәтижелеріне сүйене отырып, телімде ұңғымалардың орташа және төмен өнімділігі күтілуде, сондықтан тік ұңғымалар үшін диаметрі 140 мм пайдалану бағаналарын қолдану ұсынылады. Көлденең және көп қабатты ұңғымалар үшін үлкен әлеуетті өнімділікке және ұңғыма ішіндегі жұмыстарды жүргізу қажеттілігіне байланысты диаметрі 168 немесе 178 мм пайдалану бағаналарын қолданылуы мүмкін.

Сүзу-сыйымдылық қасиеттері тұрғысынан, әлемдік тәжірибеде тік ұңғымалар ҚГЖ-мен орташа және жоғары өткізгіш қабаттарды өндіру үшін қолданылады. Өткізгіштігі төмен қабаттарды өндіру үшін көлденең ұңғымалар мен көлденең аяқталуы бар көп кенжарлы ұңғымалар салған жөн.

Жер үсті нысандарын жайластыру тұрғысынан көлденең және көлбеу ұңғымаларды бұрғылаудың артықшылығы жер үсті жайластыру объектілерін (ұңғымалық компрессорлар, су және газ жинау желілері) салу кезінде айтарлықтай үнемдеу мүмкіндігі болып табылады, өйткені бұл ретте ұңғыма сағаларын шағын алаңның шоқтық алаңында орналастыру және бұталарды жинаудың желілік жүйесін пайдалану мүмкін (ұңғыма сағалары арасындағы аз қашықтықтың арқасында). Шерубайнұра телімінің маңызды ерекшелігі - қабаттардың терең орналаспауы және құлау бұрышының үлкендігі (20° дейін) болып табылады. Бұл ерекшеліктер көлденең ұңғымалардың құрылысын қиындатады, өйткені мұндай жағдайларда көлденең ұңғымалары жоғары бұрғылау үшін құрылым бойынша 100-110°-қа дейін зенитті бұрыштың жиынтығы қажет болады, ол үшін үлкен биіктікте қисық бұрғылауды бастау қажет. Көрсетілген шектеулер көлденең ұңғымалар кенжарының құрғауын едәуір қиындатады. Көлденең ұңғымаларды құрылым бойынша төмен қарай бұрғылау керісінше жеңілдетіледі. Сондықтан технологиялық себептер бойынша көлденең және тік ұңғымаларды бұрғылаумен аралас қазу жүйесін қарастыру орынды. Бұл ретте көлденең ұңғыманы қабаттың құрылымы бойынша төмен, ал тік ұңғыманы құрылым бойынша жоғары салу орынды.

Осылайша, Шерубайнұра телімін өндіру үшін қазіргі уақытта ұңғыма үш түрлі құрылмасы бар жүйелермен қарастырылуда:

1. ҚГЖ-мен тік ұңғымаларды салумен.
 2. Көлденең ұңғымалар құрылысымен (сондай-ақ көлденең аяқталуы бар көп кенжарлы ұңғымаларды салу мүмкіндігі).
 3. Көлденең де, тік де ұңғымаларды салумен (аралас жүйе).
- Ұңғымалардың ұсынылған құрылымын түпкілікті таңдау қаржы-экономикалық талдау нәтижелері бойынша жасалатын болады.

3.11 Үшінші тарау бойынша қорытындылар

1. Көмір қабаттарынан метан өндіруді қарқындатудың әдістері мен технологияларын, тау-кен геологиялық жағдайларына байланысты таңдау. Әлемдік тәжірибеде (атап айтқанда, Қытайда, Аустралияда, Индонезияда) КҚМ өндіру үшін қолданылатын ұңғымалардың негізгі түрі қабаттың гидрожаруы бар тік ұңғымалар болып табылады.

2. Көлденең аяқталатын ұңғымалар, оның ішінде көп қабатты ұңғымалар мен күрделі құрылымды ұңғымалар, негізінен өткізгіштігі төмен көмір қабаттарын өндіру үшін қолданылады.

3. Ұңғыманың өнімді аралық қабатын белгілі бір концентрацияда тұз қышқылымен өңдеу, оны пайдалану ұңғымалардың технологиялық және экономикалық тиімділігін арттыратыны анықталды. Эксперименттік жұмыстардың нәтижесінде 18% жоғары HCL концентрациясы бар тұз қышқылы сазды қабықтарды өңдеу кезінде ұңғыманың ішкі жабдықтарына теріс әсер ететіні анықталды.

4. Зертханалық жағдайда жүргізілген эксперименттердің нәтижесінде қышқылдың өңдеудегі ең оңтайлы концентрациясы және саз қабығының тиімді қышқылдық ыдырауы 18% HCL екендігі анықталды. Эксперимент нәтижелері бойынша 18% ерітінді өткізгіштіктің артуына байланысты газ бөлуді орта есеппен 17%-ға және 19%-ға арттырады.

3. Өнімді қабаттардың құлауының үлкен бұрыштары қабаттың құрылымы бойынша жоғары көлденең ұңғымалардың бұрғылауын едәуір қиындатады және бұрғылауды құрылым бойынша төмен қарай жеңілдетеді. Осы себеппен көлденең және тік ұңғымаларды бұрғылаумен аралас қазу жүйесін қарастыру талап етіледі; Қазіргі уақытта жер бетіндегі жайғастыруды жоспарлау үшін базалық нұсқа ретінде жер үсті объектілерін салуға арналған шығындарды төмендетуге мүмкіндік беретін көлбеу бағытталған ұңғымаларды бұрғылаумен өндіру жүйесі қабылданды.

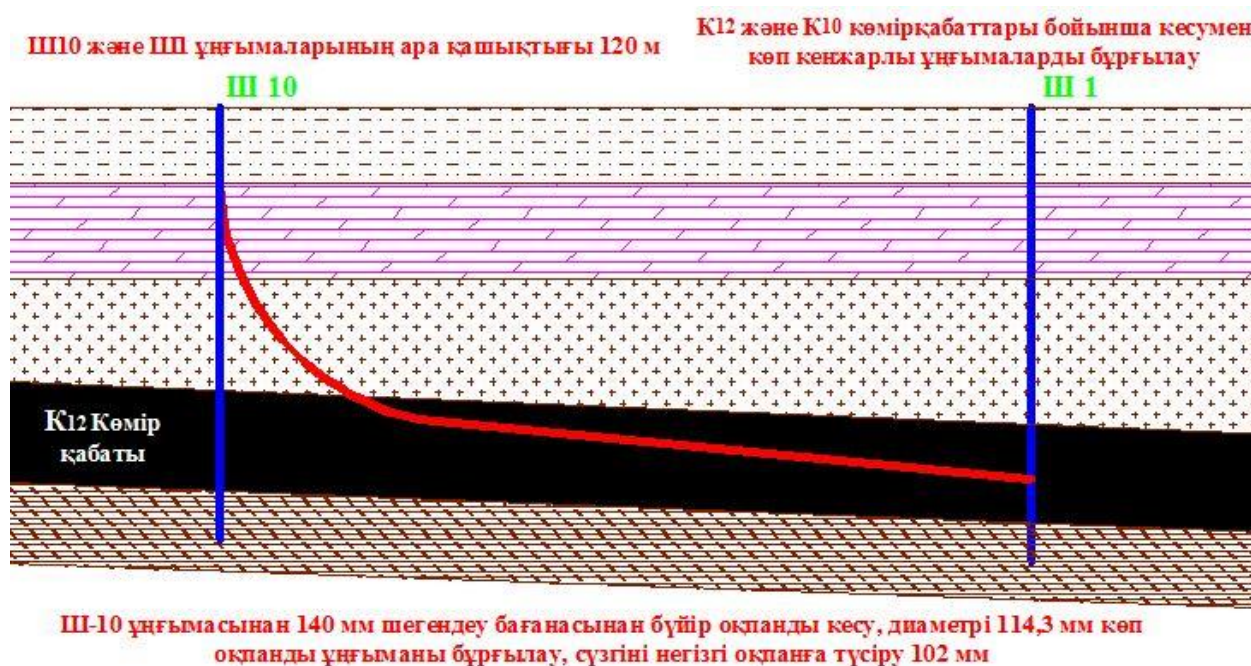
4 КӨЛБЕУ БАҒЫТТАЛҒАН ҰҢҒЫМАЛАРДЫ БҰРҒЫЛАУ КЕЗІНДЕГІ КӨМІР ҚАБАТТАРЫНЫҢ ГАЗ БӨЛУІНУІН АРТТЫРУ ЖӘНЕ ӨНДІРІС БОЙЫНША ҰСЫНЫСТАР

4.1 Ұңғымаларды қарқындату бойынша ұсыныстар

Әлемдік тәжірибеде ұңғымаларды қарқындатудың көптеген технологиялық шешімдері бар. Оларды қарастыру кезінде Шерубайнұра телімінің геологиялық және құрылымдық жағдайларына және осы телімде орналасқан ұңғымаларға ең қолайлы жағдайлар таңдалды:

а) K_{10} , K_{12} , K_{18} көмір қабаты бойынша Ш10 ұңғымасынан Ш1-ге бүйірлік оқпандарды бұрғылау

Бүйірлік ұңғымаларды бұрғылау көлденең ұңғымалардың құрылысының құнын төмендетеді. Ұңғымалардың өнімділігін арттырумен қатар, бүйірлік оқпандарды бұрғылау бұрын игерілмеген коллекторлардан көмірсутектерді алуға мүмкіндік береді (сурет 4.1). Қолданыстағы ұңғымалардан көп оқпанды бұтақтар өнімді қабатты ашу жағдайларын жақсартады. Шағын оқшауланған газ кен орындарын тігінен үлкен қалдықтары бар ұңғымалармен, соның ішінде көп оқпанды да ашуға болады. Әдетте көлденең ұңғымалардың өнімділігі тік ұңғымаларға қарағанда 3-4 есе жоғары, ал кейбір жағдайларда өнімділік 17 есе немесе одан да көп өсуі байқалды. Бүйірлік оқпандарды бұрғылаудың 2 әдісі бар, бағанның бір бөлігін кесу және сына бұрғылау [57].



Сурет 4.1 – Көп оқпанды ұңғымаларды бұрғылау

Ұңғымаға түсетін арнайы құрылғының көмегімен берілген тереңдікте шегендеу бағанындағы және оның артындағы цементтік тасында дөңгелек саңылау кесіледі. Бағанның фрезерленетін бөлігінің ұзындығы келесі факторларға байланысты: бағанның ішкі диаметрі және оның муфталарының сыртқы диаметрі, қашау диаметрі және кенжар қозғалтқыш шанағының

кисықтық бұрышы. Фрезерлеу нәтижесінде пайда болған ұңғыманың ашық оқпан интервалы бүйір оқпанды бұрғылау үшін цемент көпірімен жабылады. Бұрғылау интервалынан төмен ескі ұңғыманың бір бөлігі бүйір оқпаннан оқшауланған күйінде қалады.

Егер тік оқпаннан бұрғылау кезінде ауытқуларды бағдарлау магнитометрдің көмегімен орындалса, онда шегендеу бағаннан шамамен 18 м интервал босатылады. Егер гироскопиялық компас бұрғылау бағанының төменгі бөлігінің орналасуын бағдарлау үшін пайдаланылса, фрезерленетін телімнің ұзындығы азайтылуы мүмкін. Ұңғыманың ашық оқпанының телімі берік цемент көпірімен жабылады. Бүкіл бөлім бойынша шегендеу құбырларды фрезерлеу әдісінің кемшілігі - цемент көпірінің бұрғылауға беріктігіне қойылатын талаптардың жоғарылауы және егер бүйірлік оқпан бұрғыланғаннан кейін оған кіру қажет болса, шегендеу бағанасының төменгі бөлігінің басын табу қиындықтары болып табылады (Қосымша В).

Көптеген жағдайларда бұрғылаудың механикалық жылдамдығы шламды ұңғымадан шығару жағдайымен шектеледі, ал көлденең телім үшін шламды шығару мәселесі одан да қиын болады.

Шерубайнұра телімінің K_{10} , K_{12} , K_{18} қабаттары ең үлкен қуатқа ие болғандықтан, Ш10 ұңғымасынан Ш1-ге дейінгі бүйірлік оқпандарды бұрғылау осы көмір қабаттары бойынша 120 м жүргізіледі.

Бұл үдеріс үшін арнайы кескіш құрылғылар, сына түріндегі ауытқулар, фрезерлік фрезерлер, ажыратқыш құрылғылар және басқа әдістер қолданылады. Бүйірлік бұтақтарды диаметрі 114-тен 245 мм-ге дейінгі бағандардан салуға болады. Бүгінгі таңда бұл әдіс қараусыз қалған ұңғымаларды жөндеудің және аз дебитті мұнай мен газ кен орындарында өнімділікті арттырудың ең жақсы нұсқаларының бірі болып табылады [58].

Бұрғылау оқпанын бұрғылау УПА-60/80 және Atlas Copco RD 20 мобильді бұрғылау қондырғыларымен жүргізіледі (сурет 4.2). Бүйір оқпандарды одан әрі бұрғылау диаметрі 127-85 мм бұрандалы кенжарлық қозғалтқыштармен, қисаюдың реттелетін бұрышы бар ауытқулармен, 155,6-76 мм қашаулармен жүргізіледі [59]. Бағдарлы бұрғылау кабелдік (СТТ-108, ОРБИ-36) және электромагнитті (АТ-3, ЗТС-54) байланыс арналары бар телесистемаларды пайдалана отырып жүргізіледі;

ә) K_{10} , K_{12} , K_{18} көмір қабаты бойынша Ш11 ұңғымасынан Ш2 оқпандарды бүйірлік бұрғылау. Қабаттарды көп сатылы гидро жарумен.

Ш11 ұңғымасынан Ш2-ге дейінгі 120 м бүйірлік оқпандарды бұрғылау, K_{10} , K_{12} , K_{18} көмір қабаттары бойынша жүргізіледі (сурет 4.3).

Телімнің K_{12} қабаты бойынша 444 м тереңдіктегі бүйір оқпан бұрғыланады, қисықтық радиусы 300 болатын көп сатылы ҚГЖ газды қарқындатуға ықпал етеді және ұңғымадан газ шығымын арттыруға мүмкіндік береді.



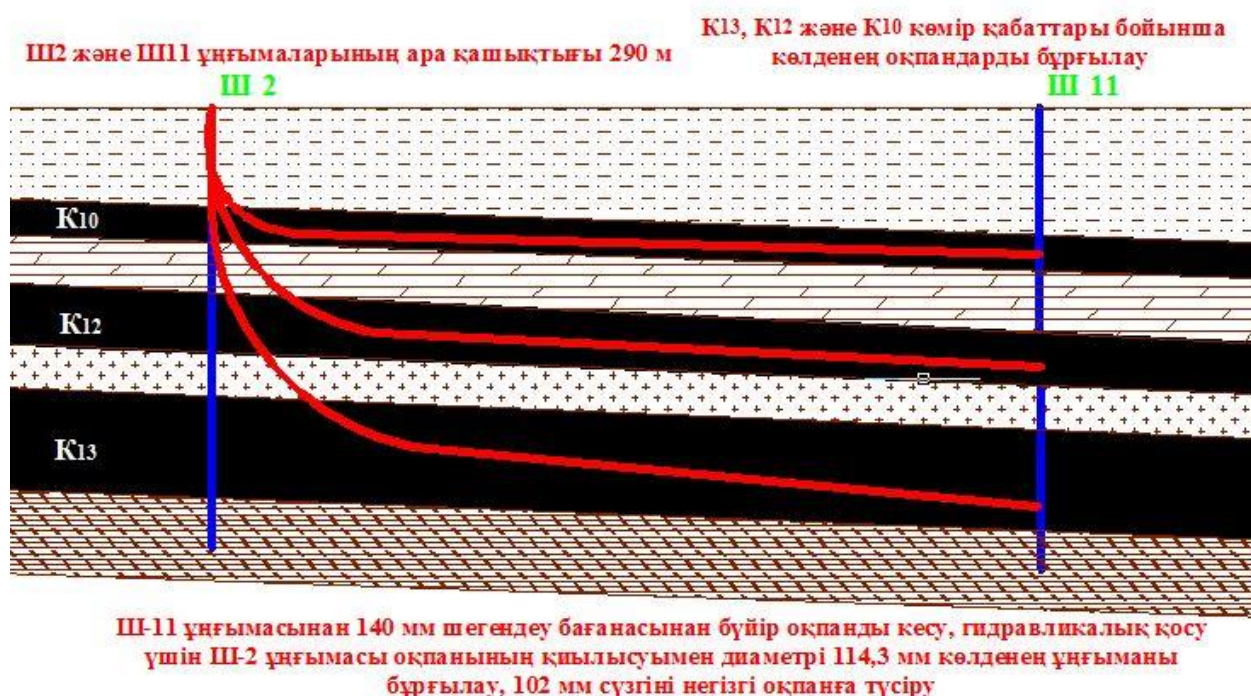
а



ә

а – УПА-60/80; ә – Atlas Copco RD 20

Сурет 4.2 – Мобильді бұрғылау қондырғылары

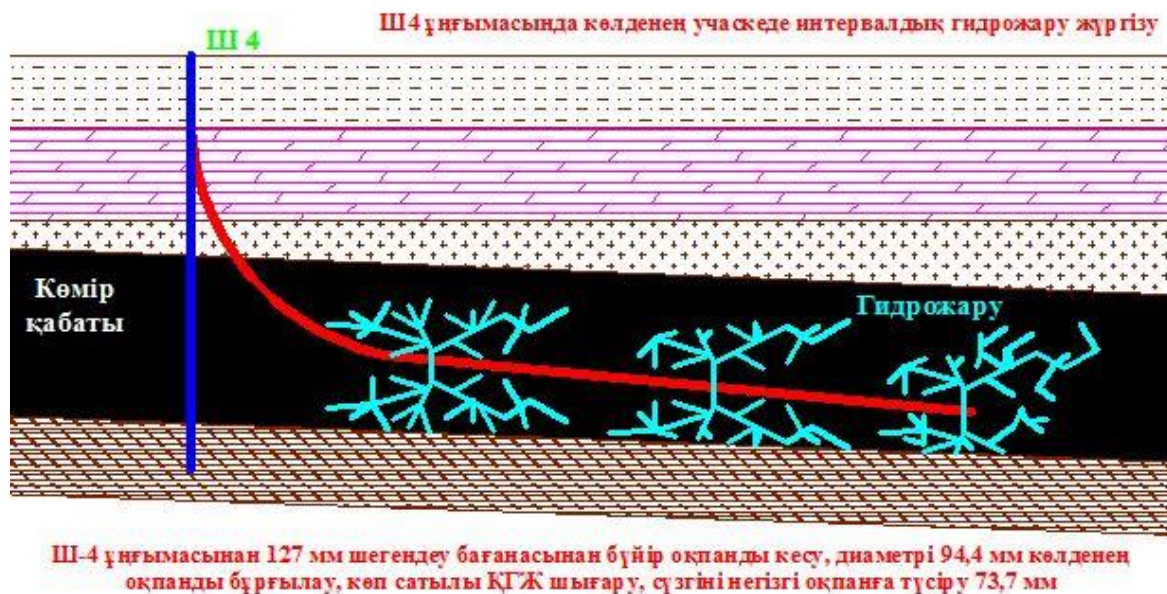


Сурет 4.3 – Көлденең оқпандарды бұрғылау

Сондай-ақ, тиісті тереңдіктерде К10 және К18 көмір қабаты бойынша бүйірлік оқпандар бұрғыланады.

Жарықшақтарды ажырату материалы ретінде проппанттар, кварц құмы және 0,5-1,5 мм фракциясының басқа материалдары қолданылады (сурет 4.4).

Гидравликалық жарылудың тиімділігі ұңғыманы бір уақытта суқұмарынд немесе атқылау перфорациясымен жоғарылайды, алайда аралық гидравликалық жарылу кезінде қабаттың өңделген бөлігін пакер және т.б. көмегімен оқшаулау қажет. Орналасуды, гидравликалық пакерлерді, жер үсті жабдықтарын түсіргеннен және орнатқаннан кейін қабаттың бірінші аймағына әсер ету үшін сұйықтықты ұңғымаға айдайды.



Сурет 4.4 – Қабатты көп сатылы сумен бұзу

Жүйедегі аралықтарды ажырату үшін баған бойымен қысылған тығындар немесе жылжымалы муфталарды ашу үшін шар клапандары қажет емес. Құбырдың кеңістігін герметизациялау цемент немесе құбырдың қаптамасы арқылы жүзеге асырылуы мүмкін.

4.2 Қабатты гидро жару технологиясын оңтайландыру бойынша ұсыныстар

Осы жұмыстың алдыңғы тарауларында қарастырылған статистиканы жинақтай отырып, АҚШ – та көмір қабаттарынан метанды өнеркәсіптік өндіру тік ұңғымаларда ҚГЖ жүргізу арқылы 1980 жылдардың соңынан бастап, басқа өңірлер бойынша-2000-2010 жж. бастап жүргізілетінін атап өтуге болады. San Juan, Warrior және т.б. бассейніндегі кен орындарын өндіру басталғаннан бері қазіргі уақытқа дейін дәстүрлі және тақтатас қабаттары үшін (гуар негізіндегі сызықтық және байланысқан гелдер, синтетикалық полимерлер негізіндегі композициялар, су негізіндегі жүйелер ("slickwater"), полимердің төменгі жүктемесі бар композициялар) [60] әзірленген ҚГЖ барлық технологиялары сыналды. Суға сезімтал коллекторлар үшін (Канадада "сусыз" коллекторлар, мысалы, Horseshoe Canyon бассейні) жоғары жылдамдықта айдалатын азот, көмірқышқыл газының негізінде суды қолданбастан ҚГЖ арнайы технологиялары әзірленді [61].

Қолда бар деректерге сәйкес, осы жұмыста қарастырылатын Шерубайнура телімі су айдауға сезімтал коллекторларға жатпайды, сондықтан оны әзірлеу ҚГЖ газфазалық сұйықтықтарының негізінде арнайы технологияларды қолдануды талап етпейді [62]. Бұдан әрі базалық технология ретінде тек су негізіндегі ҚГЖ сұйықтықтары қарастырылады.

Жалпы көмір қабаттарынан метанды өнеркәсіптік өндіру кезінде екі бағыт бойынша ҚГЖ технологияларын оңтайландыруға болады:

1. ҚГЖ сұйықтығының оңтайлы түрін, көлемін және айдау қарқынын, массасын және проппанттың ең жоғары концентрациясын іріктеуді қоса алғанда, ҚГЖ айдау бағдарламаларын оңтайландыру.

2. ҚГЖ технологиясын оңтайландыру, оның ішінде кезеңдер санын, аяқталу түрін, ҚГЖ аралықтарын окшаулау тәсілін таңдау.

АҚШ-та, Аустралияда, Қытайда, Үндістанда КҚМ кен орындарының көпшілігінде байланысқан гелдер белсенді қолданылды [63, 64]. ҚГЖ сұйықтығының көтеруші қабілеті полимерлік гельдің концентрациясымен анықталады.

ҚГЖ байланысқан гельдерін айдау кезіндегі шығыны, әдетте, перфорация аралығының қалыңдығына қарай таңдалады; әдетте эмпирикалық ара қатынас қолданылады – перфорация аралығының 1 м қалыңдығының шығыны $4 \text{ м}^3/\text{тәу}$. Проппанттың массасы перфорация аралығының аймағындағы көмір қабаттарының қуатына байланысты таңдалады. Қиманың ағу коэффициенттеріне және бөлшектенуіне байланысты өнімді қабаттардың 1 м қалыңдығына 5 тен 15 т дейін проппант айдалады (базалық тәсім ретінде әдетте 1 м қалыңдыққа шамамен 7,5 т проппант массасы қабылданады, одан кейін тәжірибелік-өнеркәсіптік жұмыстардың нәтижелері бойынша оңтайландыру жүргізіледі).

Байланысқан гельдердің негізіндегі ҚГЖ сұйықтықтары жоғары көтеруші қабілеттілігімен ерекшеленеді және мақсатты интервалдарда проппанттың үлкен көлемін орналастыруға мүмкіндік береді. Байланысқан гельдердің кемшіліктеріне ҚГЖ жұмыстарынан кейін ұңғымаларды өндіру кезінде суды кәдеге жаратуға жұмсалатын жоғары шығындарды жатқызуға болады (суды полимерлердің бұзылған өнімдерінен, сондай-ақ әртүрлі ББЗ –(Беттік-белсенді заттар), металл тұздары мен қоршаған ортаға қауіпті басқа да компоненттерден тазарту қажеттілігіне байланысты). Мұндай жүйелерді тек гель компоненттерімен ғана емес, сонымен қатар көмір бетінен де өзара әрекеттесуі мүмкін тотықтырғыш брейкерлермен емес, таңдалған полимерге іріктемелі әрекет ететін брейкер-энзимдермен қолдану ұсынылады және кейіннен жұқа дисперсті бөлшектерді шығара отырып, табиғи жарықшақтар бетінің тозуын туындатуы мүмкін [65].

ҚГЖ сұйықтығын таңдау, бір жағынан, ұңғыма қимасында жыныстың геомеханикалық сипаттамаларымен анықталуы мүмкін. Мысалы, егер шектейтін интервалдардағы ең аз кернеу, бұрыштарға қарағанда жоғары болса, байланысқан гелдер биіктіктегі жарықшақтың өсуіне ықпал етеді (тік жарықшақтар үшін). Байланысқан гельдерді пайдаланудың негізгі қауіпі табиғи жарықшақтарға терең ену кезінде қабаттың өнімділігінің төмендеуі, болып табылады.

Аз тұтқыр жүйелер (арнайы қоспасыз су және "slickwater" технологиясы - ББЗ және үйкеліс төмендететін су, желілік гелдер) көбінесе АҚШ-тың кен орындарында белсенді қолданылды [66]. Мұндай композицияларды қолданудың негізгі себептері салыстырмалы түрде аз тұтқырлық және бітейтін компоненттердің төмен құрамы болып табылады. Нәтижесінде ҚГЖ кейін

қабаттың табиғи жарықшақтығының өткізгіштігі іс жүзінде нашарламайды және ұңғымаларды кейіннен өңдеу кезінде суды тазарту мен кәдеге жаратуға аз шығындарды қажет етеді. (байланысқан гелдермен салыстырғанда).

Аз тұтқыр жүйелерді қолдану кемшіліктеріне проппантты тасымалдаудың төмен тиімділігін жатқызуға болады (проппанттың шекті шоғырлануы $200-250 \text{ кг/м}^3$ деңгейінде), соның нәтижесінде соңғы экрандау әсері (TSO) салыстырмалы түрде жиі байқалады. Соңғы экрандау нәтижесінде қысқа жарықшақтар қалыптасады, бұл ретте қабаттың тиісті қамтылуына қол жеткізілмейді. Аз тұтқыр жүйелерде ҚГЖ жүргізу кезінде сұйықтықты айдаудың жоғары жылдамдығы қажет (15-30 барр./ мин), сондықтан ҚГЖ бойынша жұмыс барысында тиісті жабдықтың болуын қамтамасыз ету қажет. Үлкен көлемді проппант бөлшектерін пайдаланған кезде (мысалы, КҚМ-да ең кең қолданылатын құм немесе 12/20 проппант) ерте тұндыру қаупі артады.

Егер шектейтін интервалдардағы ең аз кернеу көмірге қарағанда төмен болса, аз тұтқыр сұйықтықтар өндірістік емес интервалдардағы жарықшақтың өсуіне ықпал ететін болады. Проппантты көлденең жарықшақтарда тасымалдау проппанттың («propanant banking») сынықтарын айдау әсері есебінен тік жарықшақтарға қарағанда тиімді емес, аз тұтқыр сұйықтықта бөлшектердің тез шөгуіне байланысты.

Көмір қабаттарын ынталандырудың кең таралған технологиясы байланысқан гелдердің (су фазасының төмендетілген үлесі бар сұйықтықтар) негізінде көбікті қолдану болып табылады.

Көбікті композицияларды қолданудың негізгі тәжірибесі АҚШ-тың кен орындарында жинақталған. Газ фазасы ретінде әдетте азот (сирек - CO_2), көбіктенетін агенттерді немесе олсыз қолданылады. Сұйықтықтың ағуын азайту үшін төмен қысымды қабаттар жағдайында көбікті қолдану тиімді. Газдың құрамына, қысымына және ББЗ болуына байланысты ҚГЖ сұйықтығы көбік түрінде немесе ерітілген газы бар сұйықтық түрінде болуы мүмкін. Бұл ретте ҚГЖ сұйықтығының құрамындағы газ фазасының үлесі кең шектерде (60% дейін) өзгеруі мүмкін. Көбік проппантты тасымалдаудың жоғары тиімділігімен ерекшеленеді. Бұл ретте ҚГЖ-дан кейін ұңғымаларды өндіру базалық байланысқан жүйелермен салыстырғанда жеңілдетіледі, көп жағдайда гелдің тез бұзылуы байқалады. Осылайша, Шерубайнұра телімі жағдайында жеңілдетілген құрамдарды қолдану тиісті техникалық мүмкіндіктер мен білікті ұйымдастырушы болған жағдайда тәжірибелік-өнеркәсіптік жұмыстар үшін ұсынылуы мүмкін [67].

Жүргізілген ақпаратты жинақтау негізінде КҚМ өндіру мақсатында ҚГЖ жүргізу кезінде келесідей негізгі қауіптер анықталды:

Қабатқа сұйықтықтың тез ағуы, соңғы экрандау;

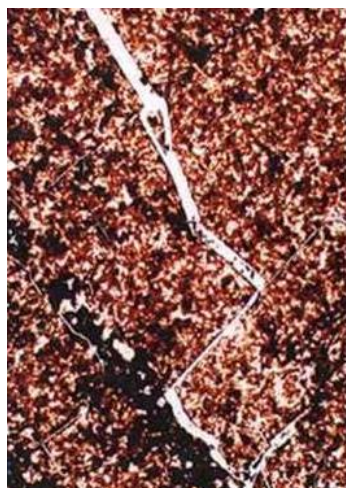
– ағудың қысымға тәуелділігі, табиғи жарықшақтарды ашу мен қаптауды болжаудың мүмкін еместігі;

– көптеген жарықшақтарды жасау - кенжар маңындағы аймақтағы ҚГЖ кең жарықшақтарды және қабаттың тереңдігінде тар жарықшақтарды жасау;

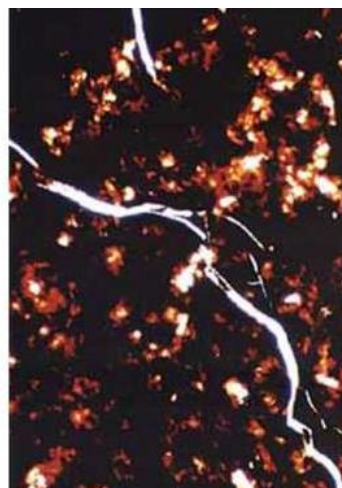
– «сатылы» және қисайған жарықшақтарды қалыптастыру;

- жұмсақ жыныс, жарықшақтардың қабырғаларына проппант басып енгізу;
- проппантты өткізбейтін аралық қабатшалар шекарасында орналастыру;
- өнімсіз аймақтар арқылы ҚГЖ жарықшағының өсуі;
- ҚГЖ сұйықтығының қалдықтарымен өткізгіш жарықшақтарды кольматациялау (ластау);
- суды өңдеу кезінде көмірдің жұқа дисперсті бөлшектерін шығару;
- бір ұңғыма шегінде технологияның табыстылығын өзгерту (кесіндіде бірнеше қабаттар бойынша).

Аталған бір немесе бірнеше теріс факторларды іске асыру жеткіліксіз ұзындықтың жарықшақтығын пайда болуына, проппантты өнімсіз интервалдарда орналастыруға, ҚГЖ жүргізгеннен кейін жылдам бұзылуына немесе жарықшақтың жабылуына әкеп соғады, бұл өз кезегінде ұңғымада газдың аз жинақталған өндірілуіне әкеп соғады. Суретте (сурет 4.5) жұқа дисперсті бөлшектері бар табиғи жарықшақтар желісінің бейнесі көрсетілген (Blue Creek кен орны, АҚШ).



а



б

а – ҚГЖ дейін; б – ҚГЖ кейін

Сурет 4.5 – Жарықшақтардағы жұқа дисперсті бөлшектер
(Blue Creek кен орны, АҚШ)

Ұңғымаларда орналасқан проппант саны мен газ ағыны арасында кейбір корреляция байқалады. Осылайша, Ш-1 ұңғымасы бойынша проппанттың жиынтық салмағы 175 т (оның ішінде интервалдардың бірінде 50 т); Ш-2 және Ш-4 ұңғымалары бойынша - 120 т құрайды. Кестеде (кесте 4.1) Ш-1, Ш-2 және Ш-4 ұңғымаларындағы ҚГЖ талдауының нәтижелері бойынша алынған ақпарат берілген, олар бойынша жиынтық статистика алдыңғы тарауларда берілген. Бұл ретте ҚГЖ үдерісінде қысымды тіркеу тек жер бетінде жүргізілді [68].

Әдетте, бұл ҚГЖ жұмыстарын апатсыз жүргізу үшін жеткілікті, бірақ талдау нәтижелері үлкен белгісіздікпен ерекшеленеді. Қабаттардың көпшілігі бойынша (үстіңгі қабатқа ең жақын орналасқандардан басқа) жарықшақтардың жанасу градиенті 22-23 кПа/м (фут 1 фунт/кв.дюйм) деңгейінде тұрғанын атап

өтуге болады, бұл тау-кен қысымы есебінен көлденең жарықшақтың жанасу белгілерінің бірі болып табылады. Бұл ретте кейбір жарықшақтар тік және көлденең құрамдастары болуы мүмкін [69].

Кесте 4.1 – Шерубайнұра телімінің ұңғымаларында жүргізілген ҚГЖ талдауы

Ұңғыма/ интервал	Қабат	Перфорация интервалы	Проппант массасы, т	Мин. жабылу уақыты, мин	Жабылу грандиенті, кПа/м
Ш-1 (1 аймақ)	К-5 ³	859,1-865,3	25	9,5	19,0-21,2
Ш-1 (2 аймақ)	К-10	790,1-795,6	30	5,8	21,6-23,4
Ш-1 (3 аймақ)	К-12	685,6-693,7	50	2,7	21,3-21,8
Ш-1 (4 аймақ)	К-13, К-12-2	504,4-517,1	35	1,5	22,0-22,3
Ш-1 (5 аймақ)	-К-13	359,8-368,7	"35	5,0	23,0-25,3
Ш-2 (1 аймақ)	К-5	824-828,8	20	4,1	20,9-25,0
Ш-2 (2 аймақ)	К-10	707,2-716,6	30	1,8	21,8-23,1
Ш-2 (3 аймақ)	К-12	575,6-581,6	20	2,0	21,9-27,0
Ш-2 (4 аймақ)	К-12	444,8-450,3	30	1,8	22,8-26,1
Ш-2 (5 аймақ)	К-13, К-12-2	346,2-358,7	20	1,2	19,4-21,0
Ш-4 (1 аймақ)	К-3	529,3-536,9	25	4,1	19,9-23,6
Ш-4 (2 аймақ)	К-5-3	427,8-433,8	25	2,8	23,4-28,6
Ш-4 (3 аймақ)	К-5-3	393,8-399,8	20	5,4	18,7-20,7
Ш-4 (4 аймақ)	К-6+7	265,6-276,3	30	2,7	31,2-32,4
Ш-4 (5 аймақ)	К-10	200,0-209,0	20	1,9	26,8-33,9

Қарастырылған деректер мен ұңғымалардың өнімділігін талдау нәтижелерінің негізінде газ бойынша төмен өнімділіктің ең ықтимал себептері деп келесідей болжауға болады:

– бірнеше нүктелерде ҚГЖ жарықшақтарын ажырату (кенжар маңы аймағындағы ҚГЖ кең жарықшақтары және қабаттың тереңдігі тар болуы);

– жыныс қабырғасына проппантты басып енгізу - 20/40 өлшемімен үйлесімде;

– қабаттарды тиімсіз ашу (болжамды ынталандырылатын қимада бірнеше аралық қабатшалар болған кезде биіктігі бойынша шектелген интервалды ашу).

Алынған ақпарат негізінде Шерубайнұра телімінің келесі сынамалы ұңғымаларында ҚГЖ бойынша келесі ұсынымдар жасалды:

1. Сынамалы жоба шеңберінде келесі ұңғымаларда тесуді жоспарланған ҚГЖ бар негізгі объектілердің әрқайсысының ортасынан төмен қабаттың тар интервалында (қалыңдығы 1-2 м) орындау қажет.

2. Тесу тығыздығын 1 метрге 17-20 тесік деңгейінде сақтау ұсынылады.

3. Синтетикалық проппантты немесе бөлшектерінің үлкен мөлшері бар құмды (ұсынылатын өлшем - 12/20) пайдалануға көшу ұсынылады, санын ашылатын көмір аралық қабатшаның қалыңдығына қарай анықтау керек.

4. Полимердің төмен жүктемесі бар (базалық сұйықтық - 20#/1000 галло полимер) байланысқан гельдерді пайдалануды жалғастыру ұсынылады.

5. Ұсынылатын айдау жылдамдығы-4 барр.(қалыңдығы 2 м перфорация интервалы үшін айдау жылдамдығы 8 барр./ мин).

6. Техникалық мүмкіндік болған жағдайда ҚГЖ көбік-гельді сұйықтықтарын қолдануды қарастыру ұсынылады.

7. ҚГЖ сұйықтығын бұзу үшін энзимдер (тотықтырғыш емес типті) негізінде жоғары тиімді брейкерлерді қолдану ұсынылады.

Қосымша зерттеулер негізінде ҚГЖ технологияларын оңтайландыру келесі мәселелерді шешуге бағытталған:

1. ҚГЖ кезеңдерінің санын оңтайландыру (әлеуетті тиімсіз кезеңдерді санамағанда), осы жұмыстың мақсаттарының бірі болып табылады. ҚГЖ максималды сатыларының саны ұңғымамен ашылған өнімді қабаттарды өндіру объектілерінің санына байланысты. Өндіру объектілерінің санын арттыру ұңғымадан меншікті өндіруді және телімнің соңғы газ бөлуін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ҚГЖ құнын, ұңғымаларды айдау және өндіру ұзақтығын арттырады.

2. Жарықшақтардың айдалу көлемін және жартылай ұзындығын ұлғайту:

– проппантты айдау көлемін және ҚГЖ интервалдарының ұзақтығын шектей отырып, проппанттың шығындарын арттыру мүмкіндігін қарастыру ұсынылады;

– жалпы қабылданған ұғымдарға сәйкес, өткізгіштігі төмен және жоғары коллекторларда, әдетте, бір жазықтықта немесе бір - біріне параллель (жоспарлы жарықшақтар) жай немесе күрделі жарықшақтар пайда болады [70]. Өте төмен өткізгіштігі бар дәстүрлі емес коллекторларда және жоғары жарықшақты коллекторларда табиғи жарықшақтарды аша отырып, жарықшақтың күрделі жүйелерін қалыптастыру жиі жүреді. Бұл ретте сұйықтықтың жарықшақ жүйесіне енуіне және проппантты орналастыруға қатысты үлкен белгісіздік бар [71]. Бірінші тәсім проппанттың жеткілікті үлкен көлемін айдау жағдайында қолайлы болады, алайда экономикалық тиімді тәсім болмауы мүмкін. Егер 2 - тәсім іске асырылса, табиғи жарықшақтардың көп санының қиылысуы есебінен проппанттың ең аз қажетті мөлшері кезінде қабаттың жақсы қамтылуы қамтамасыз етіледі. 3 – ші ең қауіпті тәсім - арналар жанасу жоғары қауіпі бар жарықшақтар жүйесі бойынша проппанттың "шайылуы" болып табылады. Соңғысын іске асыру кезінде өндіруді қарқындату әсері аз болады.

Егер байланысқан гелде ҚГЖ технологиясын оңтайландыру жөніндегі аталған ұсынымдарды қолданғаннан кейін газ бойынша жобалық дебитке қол жеткізбеу қауіпі іске асырылған жағдайда, ҚГЖ келесі технологияларын қарау орынды (басым технологиялар тізімнің басында, басымдылығы төмен – тізімнің соңында келтірілген):

1. Су фазасының азайған үлесі бар сұйықтықтардағы ҚГЖ (азотты сығымдаумен көбік негізінде), бұл қымбат тұратын химиялық реагенттерге арналған шығындарды төмендетуге мүмкіндік береді. Шерубайнұра телімінің

жағдайлары ҚГЖ жүргізу үшін қолайлы болып табылады, сондықтан ұңғымаларды өндіруді жеңілдету үшін гель шоғырлануының төмендеуі ҚГЖ оңтайландырудың басым нұсқаларының бірі ретінде қарастырылуы тиіс.

2. «Slickwater» технологиясы бойынша ҚГЖ үйкелісті төмендету үшін КСІ мен ББЗ қосылған суды тасымалдаушы сұйықтық ретінде қолдануды болжайды. Суды полимерлі гельдердің ерітінділерімен салыстырғанда төмен көтеруші қабілеті бар, сондықтан осы технологияны қолдану кезінде айдауды мерзімінен бұрын тоқтату қауіпі айтарлықтай артады.

3. Бұл сұйықтықтың көтеру қабілетін қамтамасыз ету үшін беттік белсенді заттарды қолдануды көздейді [72]. Осы технологияны қолданудың негізгі саласы полимерлік гелдің ыдырау қалдықтарымен ластануға сезімтал өткізгіштігі төмен коллекторларды ынталандыру болып табылады. Полимерсіз ҚГЖ Солтүстік Америкадағы дәстүрлі емес (тақтатаста) коллекторларда кеңінен қолданылады. Көмір қабаттарының метанын өндіру кезінде технологияны қолдану мүмкіндігі қосымша зерттеуді қажет етеді, өйткені аталған реагенттер ҚГЖ және «slickwater» гелдерімен салыстырғанда үлкен құнымен ерекшеленеді.

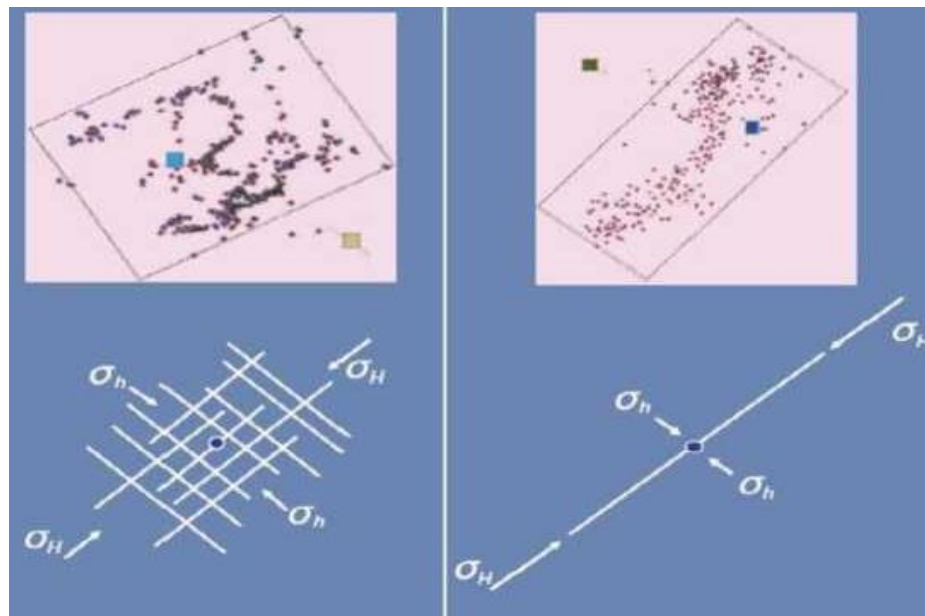
Жалпы алғанда, ҚГЖ өндіруді қарқындатумен байланысты кез келген технологияның тиімділігі қабаттың жергілікті қасиеттеріне байланысты. Сондықтан, әдетте ұңғымаларды өндіруді қарқындандыру бойынша жұмыстар әдетте ынталандырылған интервалдардың жалпы санының 70-80% табыстылығымен жүргізіледі. Осылайша, қарастырылған тәжірибеге сәйкес басқа аймақтарда табысты көрсеткен көмір қабаттарындағы ҚГЖ технологиясы сынамалы жұмыстардың нәтижелері негізінде ғана бейімделуі мүмкін. Бұл ретте өндірудің ерте кезеңінде ҚГЖ-мен зерттеулердің үйлесуі технологияның тиімділігін (берілген технологиялық параметрлерге қол жеткізу дәрежесін) бірден бағалауға, қажетті деректерді жинауға және ҚГЖ үлгідерін және өндіру бейіндерін іріктеуге мүмкіндік береді. ҚГЖ қалыптасатын жарықшақтардың параметрлерін жақсы сенімділікпен болжау үшін қазіргі уақытта бар деректер жеткіліксіз.

ҚГЖ технологияларын оңтайландыру үшін келесі зерттеу кешенін жүргізу ұсынылады:

- ұңғыманың оқпанымен қиылысатын табиғи жарықшақтардың бағытын бағалау үшін имиджерлерді пайдалану;
- қабаттың жату тереңдігіне байланысты ҚГЖ жарықшақтарының пішінін және бағдарын бағалауға арналған микросейсмиялық мониторинг;
- ҚГЖ әрбір жұмыс үдерісінде пайдалы қысымды бағалау үшін қысымның кенжар датчиктерін пайдалану, қабатқа сұйықтықтың ағу деңгейін бағалау;
- қима бойынша егжей-тегжейлі геомеханикалық үлгі құру (ашық оқпанда зерттеулердің техникалық мүмкіндігі болған жағдайда – микро ҚГЖ-мен);
- перфорация интервалдары (шығынын есептейтін, су және газ фазасына арналған индикаторлар) бойынша жұмыстар жүргізілгеннен кейінгі ағын бейінінің мониторингісі).

Сейсмикалық оқиғалардың хабаршысын көрші ұңғымаға түсіруді және ҚГЖ үдерісінде сезімталдықтың белгілі бір радиусы шегінде болып жатқан

оқиғаларды тіркеуді білдіретін микросейсмиялық бақылау ҚГЖ жарықшақтарының ықтимал түрін бағалаудың ең тиімді тәсілі болып табылады (сурет 4.6) [73]. Ұңғымалардың кешенді зерттеулерін қолдану операторларға ҚГЖ әзірлеу объектілерін барынша қамтуды қамтамасыз ететіндей жоспарлауға мүмкіндік береді [74].



Сурет 4.6 – ҚГЖ жарықшақтары мен микросейсмиялық оқиғалар арасындағы байланыстық

Көмір қабаттарындағы және қоршаған деңгейжиектердегі көлденең кернеулерді есептеу үшін микро ҚГЖ сынау барысында алынған жарықшақтарды жабу қысымын және қабаттың үзілуін тікелей өлшеу қолданылуы мүмкін [75]. Ең аз көлденең кернеуді жыныстардың анизотропиясы үлгісін қолдана отырып кросс-дипольдық акустикалық каротаж деректерін өңдеу нәтижесінде алынған жыныстың статикалық механикалық қасиеттерінің көмегімен есептеуге болады. Бұл тәсіл Стоунли толқындарын өңдеу нәтижесінде есептелген көлденең толқындардың анизотропиясын және Юнг Модулінің серпімділігінің 3D қасиеттерін және Пуассон коэффициентін есептеу үшін көп аймақты кросс-дипольдік каротаж деректерін өңдеу нәтижесінде алынған азимутты анизотропияны ескеруге мүмкіндік береді.

4.3 Ұңғымаларды геофизикалық зерттеу кешенімен телімді одан әрі зерделеуге ұсыныстар

Өкінішке орай, жұмысты орындау барысында қол жетімді ҰГЗ және пластикалық сынаулар кешені көмірдің қабаттық қасиеттерін сенімді бағалау үшін өзінің айқын жетіспеушілігін көрсетті: олардың тиімді қуаты, жарықшақтығы, кеуектілігі және өткізгіштігі. Осыған байланысты телім көмірінің қасиеттеріне қосымша зерттеулер жүргізу ұсынылады.

Көмір қабаттарының метан кен орындарын үлгілеу және өндіру тәжірибесі негізінде телімнің зерттелуін арттыру бойынша келесі ұсыныстар жасалды:

1. Телімді жете барлау кезінде басым міндет өнімді деңгейлер бойынша өткізгіштіктің таралуын нақтылау болып табылады. Өткізгіштікті неғұрлым сапалы зерттеу үшін қабаттың оқшауланған аралықтарында гидродинамикалық зерттеулер (ҚҚКҚ - қысымды қалпына келтіру қисығы) жүргізу ұсынылады.

2. Жұмыс істеп тұрған ұңғымаларда өнімді деңгейлер бойынша ағынның бөлінуін анықтау үшін кәсіпшілік геофизикалық зерттеулер жүргізу ұсынылады.

Ұсынылатын ҰГЗ кешені ең белгісіз параметрлерді бағалауға бағытталған ҰГЗ келесі әдістерімен қамтуы мүмкін, бірақ шектелмейді.

ҰГЗ стандартты кешені:

- нысаналы көмір қабаттарын жалпы іріктеу және ағарту;
- көмірдегі кристалдық байланысқан су және мүмкін болатын жарықшақ түзілу есебінен сутегі құрамының жоғарылауына байланысты ННКт –(нейтрон нейтронды каротаж) өлшеуге түзетулер енгізудің неғұрлым мұқият рәсімі қажет.

Спектрометриялық ГК + импульсті нейтрон-гамма спектрометриялық каротаж:

1. Көмір матрицасының минералогиялық құрамын және (тГК - тығыздық гамма-каротажы) бойынша кеуектілікті неғұрлым дұрыс анықтау үшін матрицаның тығыздығын анықтауға мүмкіндік береді.

2. Кероген және ураны бар компоненттердің көлемін алып тастау көмір аралықтарында сазды материалдың көлемін дәл анықтауға мүмкіндік береді.

Ядролық-магниттік резонансты зерттеу:

- қорларды дұрыс есептеу және гидродинамикалық үлгілеу үшін байланысты су мен газ құрамының үлесін нақты анықтауға мүмкіндік береді;
- ұңғымалық электр және акустикалық микроимиджерлер;
- көмір қабаттарының бағдары және құрылымдық құлауы;
- жарықшақтар желісін тікелей тіркеу, жарықшақтардың тығыздығы мен бағдарлануы, сүзу қасиеттерінің ашылуы мен әлеуетін анықтау;

Кең жолақты акустикалық каротаж:

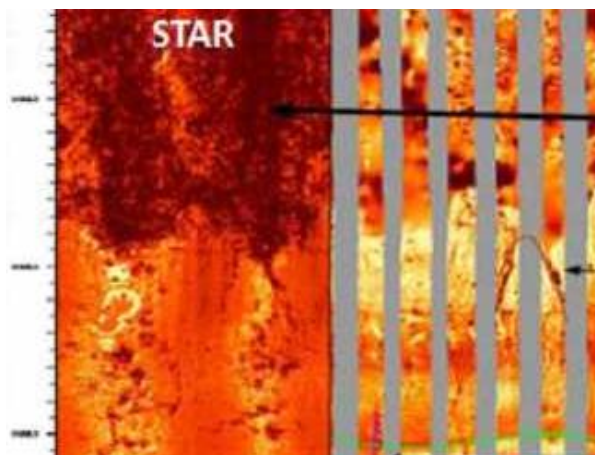
- анизотропия кернеу мен жарықшақтарды зерттеу;
- Стоунли толқынының өткізгіштігін зерттеу.

4.4 Микроимиджерлермен одан әрі зерттеу бойынша ұсыныстар

Алдағы уақытта жоспарланған бұрғылау бағдарламасы аясында бір немесе бірнеше ұңғымаларға қабаттық микроимиджерлермен келесі мақсатта зерттеу жүргізуді ұсынылады:

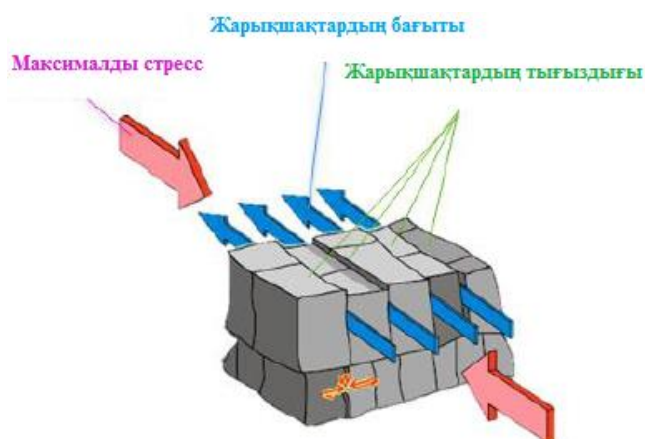
- жарықшақтықтың даму бағыты-өткізгіштік өрісінің бағытын алу және ұңғымаларды оңтайлы орналастыру үшін;
- жарықшақтардың өткізгіштігін алу үшін - ашық қабат бойынша жарықшақтардың қалыңдығын және жарықшақтардың құлау бұрышын;
- максималды күш түсу бағыты-ҚГЖ бағытын нақтылау үшін.

Бұл зерттеулер тіпті бір ұңғымада да осы және қоршаған телімдерде қабаттарды егжей-тегжейлі түсіну үшін маңызды ақпарат алуға мүмкіндік береді. Шетелдің ұқсас көмір қабаттарында акустикалық имиджерлермен және қарсылық имиджерлерімен табысты зерттеу тәжірибесі бар, бұл жақсы нәтиже береді (суреттер 4.7, 4.8).



Сурет 4.7 – Ұқсас көмірдегі табиғи жарықтар жүйесін STAR

Ескерту – Байкер Хьюз (Ұлыбритания, 2007 жыл)



Сурет 4.8 – Микроимиджерлердің деректері бойынша анықталатын көмір қасиеттерінің мысалы

STAR аспабын кабельде де, бұрғылау кезінде (LWD) каротаждың көмегімен де қолдануға болады.

4.5 Геомеханикалық зерттеулер бойынша ұсыныстар

Көлбеу бағытталған ұңғымаларды бұрғылау апаттарын алдын алу үшін күрделі геологиялық-тектоникалық құрылыстың салдарынан осы телімде ұңғыма оқпанының тұрақтылығына геомеханикалық талдау жүргізу ұсынылады (сурет 4.9).

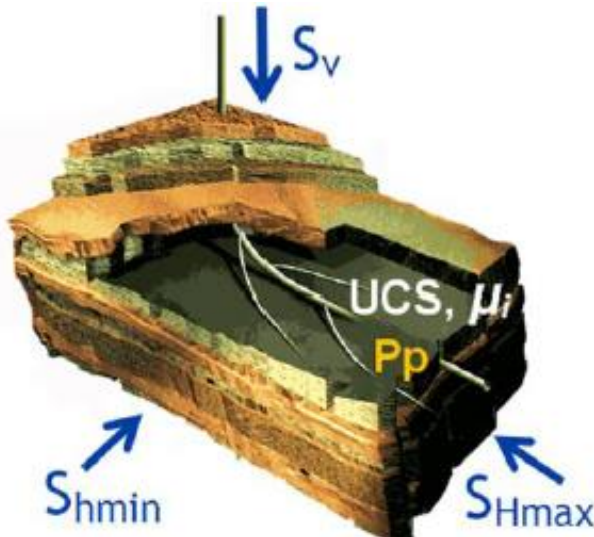


Сурет 4.9 – Көмір қабаттарында көлбеу-бағытталған бұрғылау кезіндегі қауіптер

Геомеханика жер қыртысының кернеуін, олардың жаратылысы мен әсерін зерттейді. Кез келген құрылым - бұл кернеудің бұрынғы әсерінің нәтижесі және құрылымдық геомеханика қалыптасқан құрылымдарды зерттейді және олардың сипаттамаларын болжайды. Мұнай кәсіпшілігі жұмыстарына кернеудің ағымдағы жай-күйі қатты әсер етеді.

Қалыптасқан құрылымдарға ағымдағы кернеулердің әсері жыныстың бұрғылауға, аяқтауға және өндіруге әрекетін сипатын анықтайды.

Геомеханикалық үлгінің негізгі параметрлері төменде көрсетілген (сурет 4.10).



Сурет 4.10 – Қабаттағы кернеудің әсер ету тәсімі (сипаттамасы төменде көрсетілген)

1. Жыныстардың механикалық қасиеттері
 - жыныстардың беріктігі (UCS);
 - ішкі үйкеліс коэффициенті (μ_i);
 - серпімділік модульдері (Юнга, Пуассон).
2. Бүгінгі кернеу жағдайы
 - S_v : тік кернеу (overburden);

- S_{Hmax} : максималды көлденең кернеу;
- S_{min} : ең төменгі көлденең кернеу;
- Қабаттық кернеулерді бағдарлау; Кеуекті қысым (P_p).

Геомеханика осы телімде шеше алатын міндеттерді камтиды (бірақ шектелмейді):

- ұңғыманың тұрақтылығы және қатерлерді сандық бағалау – бұрғылаудың өнімсіз уақытын қысқартуға және ұңғыма құралымының шығындарды төмендетуге мүмкіндік береді;
- жарық өткізгіштігін талдау-табиғи жарық коллекторлардан өндіруді оңтайландыруға мүмкіндік береді;
- сынықтардың өткізбеуін/қайта белсендіруін толқынының ағу қаупін төмендетуге мүмкіндік береді;
- геомеханикалық зерттеулер Шерубайнұра телімінде белсенді күштің қазіргі бағыттарына сәйкес көп қабатты ұңғымалардың оқпандарын оңтайлы салуға мүмкіндік береді.

Тұтастай алғанда, бұрғылау апаттарын төмендету үшін ұсынылады.

1. Бұрғылау кезінде қабаттың үзілуін болдырмау және бұрғылау ерітіндісінің жоғалуын азайту:

- бұрғылау ерітіндісінің салмағынан аспауы керек;
- төмендету қауіпін болдырмау;

2. Бұрғылау кезінде қысылып қалу қауіпін болдырмау:

– геомеханикалық талдау нәтижелері бойынша жоғары пайда болу қаупі бар аймақтарды анықтау;

- геологиялық-техникалық зерттеулердің нәтижелерін бақылау.

3. Оқпанды сапалы шаюды қамтамасыз ету (бұрғылау ерітінділерін таңдау).

Осылайша, мәліметтер жинау және геомеханикалық зерттеулер жүргізу айтарлықтай қаражатты үнемдеуге мүмкіндік береді

4.6 Бұрғылаудың сынамалық бағдарламасы бойынша ұсыныстар

Ұсынылып отырған ұсыныстардың мақсаттарын келесі түрде тұжырымдауға болады:

- шерубайнұра телімі шегінде бірнеше бұталардың негізінде метанның жоғары өнеркәсіптік дебиттерін беруге қабілетті ұңғымалар салу;
- сонымен қатар, ілеспе су мен басқа да шығындарды қысқартумен метан өндіруді арттыра алатын күрделі көп қабатты ұңғымаларды бұрғылау бойынша технологияларды ұсыну және пысықтау;
- қазіргі уақытта қабатты түсіну үшін кен орны бойынша қосымша ақпарат алу үшін қызметтерді ұсыну жеткіліксіз.

Жоғарыда келтірілген талдауға сәйкес Шерубайнұра теліміндегі ҚГЖ-мен тік ұңғымаларды бұрғылау метанның өнеркәсіптік ағындарын қамтамасыз етпеді (үздік ұңғыма бойынша үшінші айға дебит $400 \text{ м}^3/\text{тәулігіне}$ дейін). ArcerlorMittal компаниясының ең жақсы тік ұңғымаларында тәулігіне 1400 м^3 дейін өндірістік дебиттер алынды, алайда өндірудің айтарлықтай төмендеуі

(жұмыстың үшінші жылында тәулігіне 400 м³ дейін) және 7-ші жылы өндіруді тоқтату байқалады [76].

Экономикалық талдау тік ұңғымалар (ҚГЖ-мен) Қарағанды бассейні жағдайында метанның тұрақты өнеркәсіптік ағынын қамтамасыз етпейтінін көрсетті. Есептеулер нәтижелері бойынша Шерубайнұра телімінің тік ұңғымалармен бұрғылау және аз өндіру кезінде жерүсті нысандарын жайластыру үлкен шығындарға алып келеді.

Күрделі құрылымды ұңғымаларды салу технологиясын сынау ұсынылады:

1 түрі: қарапайым J-тәрізді көлбеу бағытталған ұңғымалар ҚГЖ-мен құралымдары.

2 түрі: көмір қабатын тіліп өтетін көлбеу бағытталған көп кенжарлы ұңғымалар ("fish-bone").

3 түрі: көлденең аяқталуы бар көп оқпанды ұңғымалар (3 көмір қабатына).

Диссертациялық жұмыс шеңберінде жоғарыда сипатталған ұңғымалардың барлық түрлерін бұрғылау ұсынылады.

Бүйірлік (2-түрі) және тік (3-түрі) бағытта тиімді кесу механизмі ретінде "C-HOOK™ Hanger" технологиясын пайдалану ұсынылады. Бұл технология АҚШ пен Канада кен орындарында көмір қабаттарының метанын өндіру кезінде бірнеше рет сыналды, көптеген типтегі сорғыларды, сондай-ақ LWD құрылғыларын қолдану үшін қолайлы өлшемге ие. Сонымен қатар, бұл суасты сорғыларының ұсақ дисперсті көмір бөлшектерінің қоспаларымен ластану дәрежесін едәуір төмендетуге мүмкіндік береді (бұл олардың қызмет ету мерзімін едәуір ұзартады) (сурет 4.11) [77].



Сурет 4.11 – C HOOK Hanger үлгісі мысалы, 3 түрдегі ұңғыма - көлденең секцияларды сүзгі-қалдықпен аяқтау

Сынамалық бағдарламаны жүргізу ұңғымаларды бұрғылау құнын оңтайландыру бойынша бірқатар мүмкіндіктерді одан әрі іске асыруға мүмкіндік береді, мысалы:

- білікті ұйымдастырушы есебінен бұрғылауды жеделдету;
- жеңілдетілген ГАЗ кешені (көлденең секцияда ГАЗ жүргізуді шектеу);
- гамма-каротаж бойынша қабатта навигация;
- көлденең секцияны ашық оқпанмен аяқтау – бекіту құнын үнемдеу) - ұңғыма оқпанының тұрақтылығын және сорғы жабдығының ластану дәрежесін бағалау қажет;
- жоғары/төмен жатқан саз немесе құмтас қабаты бойынша сынамалы секцияны өткізу арқылы ұңғыманың құлау қаупін азайту;
- пластикалық шегендеу құбырларын пайдалану (егер ҚГЖ қолданылмаса).

4.7 Көлбеу бағытталған ұңғымаларды бұрғылауды таңдаудың негіздемесі

Әлемдік тәжірибе табиғи жарықшақтар жүйесінің таралуының басым бағыты олардың өткізгіштігіне айтарлықтай әсер ететіндігін анықтады. Осылайша, ұқсас кен орындарында жарықшақтар бағыты максималды стресс бағытына параллель болады. Ығысу тектоникасының қолданыстағы талдауына сүйене отырып, жылжу негізінен Солтүстік-Оңтүстік осінде болғанын көруге болады, сондықтан максималды кернеулер (және жарықшақтар) бірдей бағытта дамып, көлбеу және көлденең ұңғымаларды бұрғылау ендік немесе субшироттық бағытта жоспарланғанын көруге болады.

Газсыздандыру зертханасының есебіне сәйкес (1966) осы телімде аумақтық орналасқан "Шерубай-Нұра" шахтасы бойынша 1965 ж. k_{13} қабаты бойынша қабатты газсыздандыру мақсатында 19 төменгі қабат ұңғымалары бұрғыланды. Ұңғымалардың ұзындығы 168-187 м, 20-23° бұрышпен және олар вакуумға қосылды. Ұңғымалар бойынша жиынтық дебит сағатына 7-ден 17 м³-ге дейін немесе ұңғыманың бір қума метрінен тәулігіне 0,05-тен 0,08 м³-ге дейін ауытқыды. Жоғарыда келтірілген сандар 170 м тереңдікте ұңғымалардың төмен өнімділігін көрсетеді [78].

Бұл осы тереңдікте (7-8 м³/т) қабаттың төмен газдылығына байланысты, бірақ 280-300 м тереңдікке және тереңге жеткенде, қабаттың газдылығы 18-20 м³/т дейін күрт артады (қабаттың газдылығының тереңдікке тәуелділігінің графигінде көрсетілген) және 343-352 м тереңдіктегі ШР-6 ұңғымасында анықталған k_{13} (10,7 мД) қабатының жоғары өткізгіштігін ескере отырып, қабаттық ұңғыманың үлкен газ өнімділігін және 3,2 МПа қабаттық қысымын болжауға болады. Сондай-ақ, көмір үлгілерін зерттеу кезінде k_{13} қабаты бойынша қалдық газдылықты 0,94-1,94 м³/т деңгейінде толық десорбциядан кейін анықтаған "Геофрак"(Польша) зертханасы жүргізген көмір жынысөзектің десорбциясы жөніндегі деректерді ескеру қажет, бұл ұңғымалардың кенжарында депрессия жасау кезінде көмірден метан алудың жоғары деңгейін көрсетеді.

Жоғарыда айтылғандардың негізінде жұмыста K_{12} және k_{13} қабаттарына көлбеу бағытталған ұңғымаларды бұрғылау таңдалды, 7 және 8 шөгінділер арасындағы тектоникалық блокта, болжанбайтын тектоникалық бұзылулармен,

қуатпен және орналасу жағдайымен салыстырмалы түрде сақталған көмір қабаттарымен кездесудің минималды қаупі бар.

Осы жұмыс бойынша қойылған міндеттерге сүйене отырып, др-88.2000.56 маркалы бұрандалы кенжар қозғалтқышын (БКҚ) немесе оған ұқсас бұрғылау құралдарын өндірушілердің басқа компанияларын таңдау ұсынылады.

Құрылымдық сипаттамаларға сәйкес, БКҚ секциялары мен төменгі иіні ұзындығы арасындағы қисық бұрышпен ұңғымалар траекториясының дөңгелектеу радиусына 66,5 метрге жетуге болады. Сондай-ақ, бағытталған ұңғымалардың көмір бөлігінің аз ұзындығын ескере отырып, таңдалған бұрғылау диаметрі ұңғыманың диаметрінің оның газ өнімділігіне әсерін болдырмау үшін ұңғымадағы қабатқа депрессия жасау үшін жеткілікті. Бұрғылау кезінде бұрғылау диаметрінің оның өнімділігіне әсерін анықтау үшін ұңғымалардың бүкіл бойындағы кенжар қысымын зерттеу қажет, бұл ұзақ қашықтықтағы ұңғымаларды салу кезінде үдерісті басқаруға мүмкіндік береді.

Қарағанды көмір бассейнінің көмір қабаттарынан метан өндіруді ғылыми талдау, сондай-ақ Кузбасс көмір бассейнінің метанын өндіру тәжірибесі тік өндіру ұңғымасының көлденең қиылысатын ұңғымасын бұрғылау көмір қабаттарынан метан өндірудің ең тиімді әдісі болып табылатындығын растайды. Негізгі теория-көлденең ұңғыманың бойындағы тау қысымына байланысты бір үлкен жарықшақтар жүйесіне қосылатын көптеген қайталама жарықшақтану пайда болуы. Бұл әсер жарықшақтану бойынша ең жоғары өткізгіштікке ие болуға мүмкіндік береді және көмір қабаттарынан метанның максималды дебитіне жағдай жасайды. Бұл қабаттың гидро жаруындада байқалмайды, өйткені проппант бар жарықшақтың шеттерінде көмірдің сығымдалған қабаты пайда болады, бұл метан өндіруді азайтады, бұл әртүрлі елдердегі көмір қабаттарынан метан өндіру жөніндегі көптеген жұмыстарында дәлелденді [79].

Өлшеулерді алу және өлшеу кезіндегі өлшеу қателіктері. Rmrs ұңғымаларын мәліметтерін алуға арналған жабдықтар бірқатар шектеулерге ие (көлденең ұңғыманың орнын анықтау қашықтығы, өлшеу кезіндегі магниттік кедергілер және т.б.). Көлденең ұңғыманың траекториясы да үлкен мәнге ие, өйткені MWD өлшеулерін аспаппен алып тастаудағы қателік азимутқа байланысты. Ең соңында, көлденең ұңғыма тік ұңғыманың ашық оқпанын кесіп өтуі керек, кем дегенде ұңғыма оқпандары арасында гидравликалық байланыс орнатылуы керек. Ұңғымаларды азайту сонымен қатар ұзын көлденең секцияны бұрғылау және оны тік ұңғымамен азайту арқылы қиындайды.

Үлкен қашықтықта көлденең ұңғыманы бағдарлау. Қисаюдың жоғары қарқындылығымен, сондай-ақ ұңғыманың ұзақ көлденең телімімен бұрғыланған шламды шығару қиындықтарын және бұрғылау бағанының түбін құрастырумен басқару қиындықтарын тудырады. Бұрғылаудың механикалық жылдамдығы, бұрғылаудың тиімділігі траекторияға, шламды шығарудың тиімділігіне және бұрғылау ерітіндісінің қасиеттеріне байланысты болады [80].

Ұңғыма оқпандарындағы гидравликалық қысымдардың теңгерімі. Тік ұңғыманы көлденең кесіп өту кезінде көлденең ұңғымадағы гидравликалық қысым бұрғылау ерітіндісінің салыстырмалы түрде жоғары тығыздығына

(судың тығыздығына қатысты), сондай-ақ бұрғылау кезіндегі айналымға байланысты көлденең ұңғымада тік ұңғымадан жоғары қысым жасай алатын сәт пайда болуы мүмкін; сонымен бірге тік ұңғымаларға сұйықтық көлемін арттыруға дайын болу керек. Тік ұңғымада аздап газ-су пайда болу қаупі бар.

Көмір қабатындағы бұрғылау. Көлденең учаске көмір қабатында бұрғыланады, онда жақсы коллекторлық қасиеттерді сақтау қажет, сонымен қатар көлденең учаскені өткізу кезінде бірқатар ықтимал қауіптер бар:

1. Көмір қабатының тұрақтылығы. Көмір қабатының тұрақтылығы белгісіз құраушы болып табылады. Бұрғылау ерітіндісінің аз меншікті салмағы болса да, каверно пайда болуы мүмкін, бұл шламның шығарылуының нашарлауына әкеледі, бұл бұрғыланған шламды орау нәтижесінде құрал қозғалғанда бұрғылау бағандарын механикалық қысылып қалуына әкелуі мүмкін. Ол үшін тұтқыр қораптарды айдау және ұңғыманың оқпанын белгілі бір бұрғыланған аралықтар арқылы тазарту үшін техникалық түсіру-көтеру жұмыстарын жүргізу қажет.

2. Бұрғылау ерітіндісін сіңіру. Алдыңғы ұңғымаларды Шерубайнұра телімінде бұрғылау кезінде, сондай-ақ Талдқұдық лицензиялық телімінде көлбеу бағытталған ұңғыманы бұрғылау кезінде K_{12} көмір қабаты тұрақты екенін көрсетті, онда бұрғылау ерітіндісі минималды сіңілді. Тиісінше, көмір қабатының үзілуін және бұрғылау ерітіндісін сіңіруін азайту үшін бұрғылау ерітіндісінің бағдарламасын дайындау қажет [81].

3. Көмір қабатының колматациясы. Қарағанды бассейнінің көмір қабаты өте төмен өткізгіштікке ие, осыған байланысты көмір қабатына ең аз әсер ететін бұрғылау ерітіндісін таңдау қажет. Ең қолайлы салмақ бергіш - бұл Аустралиялық әріптестердің тәжірибесі бойынша суда толығымен еритін және көмір қабатына зақым келтірмейтін KCl болып табылады. Тазалау жүйесінде көмір қабатына әсерін барынша азайту үшін 4 тазалау сатысы (діріл сүзгіш, құм бөлгіш, лай бөлгіш, газ бөлгіш) болуы тиіс.

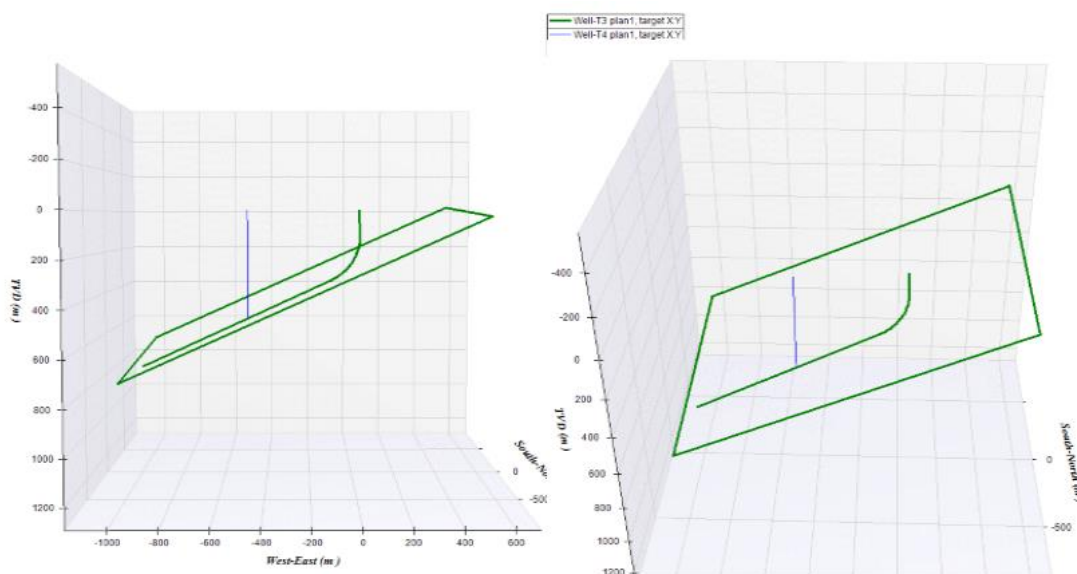
Ranging System. RMRS Ұңғымаларды орналастыру және ақпарат жүйесі Аустралияда кеңінен қолданылатын жүйе. Бағдарламалық қамтамасыз ету тігінен қатысты Көлденең ұңғыманың позициясы анықталатын және ұңғымаларды бағыттау жүргізілетін дисплей береді. Ұңғымаларды бағыттау ұңғымалар арасындағы 80 м қашықтықтан басталады. Сондай-ақ, ұңғымалардың оқпандарын сәтті кесіп өту үшін тік ұңғыманың оқпанын 400-600 мм-ге дейін кеңейткен жөн. Бұл жүйенің артықшылығы-айналымды тоқтатпай Ұңғымаларды үнемі бағыттау. Сондай-ақ, бұл жүйе ұңғымаларды тиімді басқаруға мүмкіндік береді (сурет 4.12).

Көмір қабатында болуын растаудың ең жоғары тиімділігі үшін ұңғымалардың қаражат жеткілікті болған жағдайда LWD 5 зондымен (оқу тереңдігімен) резистивиметр болған жөн. Балама нұсқа ретінде - литологияны анықтау және шешім қабылдау үшін MWD құрылғысындағы гамма сенсорды қолдануға болады.



Сурет 4.12 – RMRS ұңғымаларын әртүрлі ұңғымалар өлшемдеріне бағыттауға арналған жабдық

Ұңғыманың көлденең бөлігін бұрғылау кезіндегі өлшеу сапасы өте маңызды. Өлшеулердің сапасын мұқият қадағалау және ұңғымаларды барынша дәл бағыттау үшін қажетті түзетулер жүргізу қажет. Көмір қабатының құлауы бұрышы бойынша көлбеу секцияны бұрғылаумен ұңғыманың траекториясы 4.13 суретте көрсетілген.



Сурет 4.13 – Көлбеу секцияны бұрғылаумен ұңғыманың траекториясы

Ескерту – Әдебиет негізінде құралған [82]

Сондай-ақ, көлденең ұңғымаларды бұрғылауға болады. Ұңғыманың траекториясы қабаттың құлау бұрышына байланысты. Көлбеу бағытталған ұңғыманың ең тиімді траекториясына талдау жасау қажет.

Көлденең секция 152,4 мм немесе 114 мм тесілген бағанмен түсіру үшін 127 мм қашаумен бұрғылануы керек. Бұрғылау жеңіл ерітіндіде, тығыздығы

1,2 г/см³-ден аспайтын, тек КСІ салмақты, пайдалану кезінде коллектордан толығымен шығарылатын реагентте жүргізілуі қажет. Тазалау жүйесі сапалы болуы керек.

Көлденең учаскені бұрғылағаннан кейін тесілген шанақ бағанасын түсіріп, тік ұңғымадан су мен газ өндіруді жүргізу керек. Көлденең телімнен келетін су көмір қабатынан газдың максималды мөлшерін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, тау-кен қысымының арқасында бір үлкен жүйеге қосылатын көптеген қайталама жарықшақтар жасалады және бұл көмір қабаттарынан метанның максималды өндірілуіне жағдай жасайды.

4.8 Ұйымдастырушылық-техникалық іс-шаралардың тиімділігін бағалау

Өнеркәсіптік кәсіпорындарда ұйымдастырушылық-техникалық іс-шараларды енгізу жөніндегі шешімдерді ұтымды, қатесіз таңдау келесі санаттар мен тәуекел факторларын ескере отырып, олардың тиімділігін талдауды көздейді:

- саяси жағдайдың белгісіздігін, елдегі және өңірдегі қолайсыз әлеуметтік-саяси өзгерістерді қамтитын әлеуметтік тәуекелдер ;

- экономикалық және коммерциялық тәуекелдер: экономикалық заңнаманың, ағымдағы экономикалық жағдайдың, инвестициялау және пайданы пайдалану шарттарының тұрақсыздығы; сыртқы экономикалық тәуекел; экономикалық көрсеткіштер серпіні туралы ақпараттың толық болмауы және дәл еместігі; нарықтық конъюнктураның ауытқуы; қатысушылардың мақсаттарының, мүдделері мен мінез-құлқының анық еместігі; төлем жасамау, банкроттық, шарттық міндеттемелерді бұзу мүмкіндігі;

- табиғи жағдайлардың күрделілігін және өндірістік-техникалық қатерді (апаттар, істен шығулар, өндірістік жарамсыздықтар, жоспарлы жұмыс мерзімдерінің бұзылуы) көрсететін геотехникалық тәуекелдер).

Көрсетілген факторлардың деңгейін бағалау эвристикалық негізде балдық жүйені пайдалана отырып, кезеңдік топтық сараптама әдісімен жүргізіледі [83].

Сандық тәсілмен шешімдердің дұрыстығын қамтамасыз ететін ықтималдық өлшемшарттарды екі топқа бөлуге болады:

- ұсынылған іс – шаралардың "стратегиялық" мәселелерін талдауға арналған жалпыланған ықтималдық өлшемшарттары;

- ұсынылатын іс-шаралардың құрылымдық - технологиялық параметрлерін оңтайландыру кезінде пайдаланылатын жеке өлшемшарттар.

Ең жақсы нұсқаны бес негізгі жалпылама көрсеткіштер бойынша таңдау ұсынылады:

- құрылыстың минималды мерзімі ($T_{\text{мин}}$);
- таза дисконтталған кіріс (ТДК) немесе интегралды әсер;
- табыстылық индексі (ТИ);
- табыстылықтың ішкі нормасы (ТИН);
- өтелу мерзімі (ӨМ).

Уақыт бойынша әртүрлі шығындар мен көрсеткіштердің әсерін өлшеу ТДК, ТИ, ТИН, ӨМ оларды дисконттау арқылы жүзеге асырылуы керек (бастапқы кезеңдегі құндылыққа келтіру арқылы). Дисконттау үшін салымдарға және шетел валютасына депозиттік пайызға тең не нарықта қолжетімді салымдардың басқа баламалы бағыттарымен салыстырғанда салынған капиталға шаруашылық жүргізуші субъектінің жылдық кірісінің деңгейі бойынша қолданылатын дисконттау нормаларын қолданған жөн (E). Базистік бағалардағы ТДК келесі (4.1) формула бойынша айқындалады:

$$ТДК = \sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t}{(1 + E)^t}, \quad (4.1)$$

мұнда T – есептеу шегі-нұсқаларды салыстыру жүргізілетін шекті мерзім, бірл. уақыт.;

R_t – есептеудің t -қадамында қол жеткізілген нәтиже, ақша бірлігі;

Z_t – есептеудің t -ші қадамында жүзеге асырылатын шығындар, ақша бірлік;

E – дисконт нормасы, үлес бірлік.

Табыс әкелмейтін немесе олар әкелетін табысты бағалау қиын, $R_t = 0$, ТДК көрсеткішінің орнына туынды көрсеткішті – жиынтық дисконтталған шығындарды (ЖДШ) пайдалану ұсынылады:

$$ЖДШ = \sum_{t=0}^T \frac{Z_t}{(1 + E)^t} \quad (4.2)$$

немесе жиынтық дисконтталған шығындар және апаттардың салдарынан келтірілген дисконтталған ықтимал залал және т.б. (ЖДЗШ):

$$ЖДЗШ = \sum_{t=0}^T \frac{Z_t}{(1 + E)^t} + \sum_{t_1}^{t_2} \frac{Y_{t_1}}{(1 + E)^{t_1}} \quad (4.3)$$

мұнда t_2 – апатты жоюдың күтілетін кезеңі, уақыт бірл.;

Y_{t_1} – апат салдарынан болатын ықтимал залал, ақша бірл.;

t_1 – апаттың басталуының күтілетін уақыты, уақыт бірл.

Базистік бағалардағы табыстылық индексі (ТИ):

$$ТИ = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t^*}{(1 + E)^t}}{\sum_{t=0}^{T_k} \frac{K_t}{(1 + E)^t}}, \quad (4.4)$$

мұнда Z_t^* – күрделі салымдарсыз t -ші қадамдағы шығындар, ақша бірл.;

T_k – күрделі салымдарды енгізу ұзақтығы, уақыт бірл.;

K_t – есептеудің t -ші қадамындағы күрделі салымдар, ақша бірл.

Келтірілген әсердің шамасы $\Delta t = R_t - Z_t$ келтірілген күрделі салымға тең болатын дисконт нормасын (Эбн) білдіретін кірістіліктің ішкі нормасы (ВДН)

Келтірілген әсердің шамасы $\Delta t = R_t - Z_t$ болатын дисконттың нормасын (Эбн) білдіретін кірістіліктің ішкі нормасы (ВДН)

Табыстылықтың ішкі нормасы (ТИН) дисконт нормасын білдіретін ($E_{iш}$), келтірілген әсердің шамасы $\Delta t = R_t - Z_t$, келтірілген күрделі салымдарға тең. Ішкі табыстылық коэффициенті теңдеуді шешу нәтижесінде анықталады:

$$\sum_{T_2}^{T_1} \frac{R_t - Z_t^*}{(1 + E_{iш})^t} = \sum_{t=0}^{T_1} \frac{K_t}{(1 + E_{iш})^t} \quad (4.5)$$

T_1 және T_2 іс-шараны (құрылысты) аяқтау және сәйкесінше жоспарланған табысты алуды бастау мерзімдерін ескере отырып, бұл теңдеуді кез-келген сандық әдіспен шешуге болады.

Өтелу мерзімі-жобаны іске асырудың басынан бастап ең аз уақыт аралығы, одан тыс интегралды әсер оң болады. Базалық бағалардағы өтелу мерзімі мына формула бойынша анықталады:

$$OM = \frac{\sum_{t=0}^{T_1} \frac{K_t}{(1 + E)^t}}{\sum_{T_2}^T \frac{(R_t - Z_t^*)}{(1 + E)^t}}, \quad (4.6)$$

мұнда T_1 – күрделі шығындарды енгізу ұзақтығы, бірл. уақыт.;

T_2 – табыс түсуінің басталу уақыты, уақыт бірл.;

T – есептеу шегі, уақыт бірл.

4.9 Тік және көлбеу бағытталған ұнғымаларды пайдалана отырып, көмір қабаттар метанын өндіру кезінде технологияларды пайдаланудың техникалық-экономикалық негіздемесі

Екі нұсқа үшін де алаңды ұйымдастыруға жұмсалатын күрделі шығындардың мөлшері ұқсас және кәсіпорынның деректері негізінде қабылданады. Сандық мәні 280 000 000 теңгені құрайды және 4.2-кестеде келтірілген.

Тік және көлбеу бағытталған ұнғымаларды бұрғылауға арналған күрделі салымдардың (инвестициялардың) мөлшері ұзындығы 800-900 м болатын бір тік ұнғымаға жұмсалатын шығындар 58 000 000-нан 60 000 000 теңгеге дейін, ал көлбеу бағытталған-77 000 000-нан 80 000 000 теңгеге дейін құрайтынын есепке ала отырып айқындалады. Әр нұсқа үшін ұнғымалар саны метанның жылдық өндірісінің бірдей көлеміне сүйене отырып таңдалды және сәйкесінше 85 тік және 24 көлбеу бағытталған ұнғымалар құрайды.

Бірінші нұсқа бойынша ҚГЖ-ға арналған шығындар бір ұнғымада 5 ҚГЖ өндірілетіндігіне және бір ҚГЖ-ға арналған шығындар 4 781 176 теңгені құрайтындығына байланысты есептелген.

Кесте 4.2 – КҚМ өндіру үшін алаңды жайластыруға, ұңғымалар мен ҚГЖ бұрғылауға күрделі салымдарды (инвестицияларды) есептеу

теңгемен

Көрсеткіш атауы	Сулы-эмульсиялық ҚГЖ бар тік ұңғымалардың нұсқасы (85 ұңғ.)	Тұз-қышқылы және ҚГЖ (24 ұңғ) бар тік және көлбеу бағытталған (аралас) ұңғымалардың нұсқасы)
Алаңды жайластыруға арналған шығындар	280 000 000	280 000 000
Ұңғымаларды бұрғылауға арналған шығындар	5 080 000 000	1 857 600 000
ҚГЖ арналған шығындар	2 032 000 000	1 110 000 000
Барлығы	7 392 000 000	3 247 600 000
Күтпеген шығындар 10%	73 920 000	32 476 000
Барлығы	7465920000	3280076000

Пайдалану (опреациялық) шығындары 4.3-кестеде ұқсас кәсіпорындардың практикалық деректеріне сүйене отырып айқындалған.

Кесте 4.3 – Ұқсас кәсіпорындардың практикалық деректеріне сүйене отырып айқындалған есептеулер.

теңгемен

Көрсеткіш атауы	Су-эмульсиялық ҚГЖ бар тік ұңғымалардың нұсқасы (85 ұңғ.)	Тұз-қышқылы (24 ұңғ) бар тік және көлбеу бағытталған (аралас) ұңғымалардың нұсқасы)
Өндірістік өзіндік құн	282070000	141035000
Жалпы және әкімшілік шығындар	7051667	7051667
Басқа шығындар	49670000	24835000
Амортизация	119840000	59928333
Барлығы	458631667	232850000

Екінші нұсқа бойынша ҚГЖ -ға арналған шығындар ұқсас есептеледі, бірақ бір ҚГЖ -ға арналған шығыстар 15 480 000 теңгені құрайды. Бұл 18% концентрациясы бар тұз-қышқыл ерітіндісін қолдануға байланысты. Тұз қышқылы 20000 теңге бағамен сатып алынады, бұдан басқа агрессивті орталармен жұмыс істеу және қосымша басқа қоспаларды пайдалану кезіндегі ілеспе шығындар ескерілген.

Қарастырылып отырған нұсқалар бойынша метанды сатудан түскен табыс тік ұңғымалар технологиясын пайдалану кезінде бір ұңғымаға метанның орташа дебитіне сүйене отырып – жылына 300 235 текше м, ал көлбеу

бағытталған ұңғымалар технологиясын пайдалану кезінде-жылына 1 063 333 текше м. анықталды (кесте 4.4).

Кесте 4.4 – Қаралатын нұсқалар бойынша метанды сатудан түсетін кіріс

Көрсеткіш атауы	Су-эмульсиялық ҚГЖ бар тік ұңғымалардың нұсқасы (85 ұңғ.)	Тұз-қышқылы (24 ұңғ) бар тік және көлбеу бағытталған (аралас) ұңғымалардың нұсқасы)
Метанды өндіру және өткізу көлемі, текше м/жыл	25520000	25520000
Метан бағасы, теңге/текше м	60	60
Метанды сатудан түскен кіріс, теңге/жыл	1531200000	1531200000
Метан өндірудің өзіндік құны, теңге/жыл	458631667	232850000
Жалпы табыс, теңге/жыл	1072568333	1298350000

Тік ұңғымалардың және көлбеу бағытталған нұсқалары үшін таза дисконтталған кірісті есептеудің нәтижелері келесі 4.5 кестеде және 4.6 кестеде келтірілген.

Кесте 4.5 – $d=0.11$ кезінде тік ұңғымалардың нұсқасы үшін таза дисконтталған кірісті есептеу (NPV)

Кезең, Т	Жыл	Дисконттау коэфф., $1/(1+d)^T$	Күрделі салымдар, K_i , теңге	$K_i/(1+d)^T$, теңге	Жалпы кіріс, D_i , теңге	$D_i/(1+d)^T$, теңге	Таза ағымдағы құны, ТАҚ, теңге	Таза дисконтталған табыс, ТДТ (NPV), теңге
0	2020	1	3732960000	3732960000	0	0	-3732960000	-3732960000
1	2021	0,900900901	3732960000	3363027027	0	0	-3363027027	-7095987027
2	2022	0,811622433	0	0	1072568333	870520520,5	870520520,5	-6225466507
3	2023	0,731191381	0	0	1072568333	784252721,2	784252721,2	-5441213785
4	2024	0,658730974	0	0	1072568333	706533983,1	706533983,1	-4734679802
5	2025	0,593451328	0	0	1072568333	636517101,9	636517101,9	-4098162700
6	2026	0,534640836	0	0	1072568333	573438830,5	573438830,5	-3524723870
7	2027	0,481658411	0	0	1072568333	516611559	516611559	-3008112311
8	2028	0,433926496	0	0	1072568333	465415818,9	465415818,9	-2542696492
9	2029	0,390924771	0	0	1072568333	419293530,6	419293530,6	-2123402961
10	2030	0,352184479	0	0	1072568333	377741919,4	377741919,4	-1745661042
11	2031	0,317283314	0	0	1072568333	340308035,5	340308035,5	-1405353006
12	2032	0,285840824	0	0	1072568333	306583815,8	306583815,8	-1098769191
13	2033	0,257514256	0	0	1072568333	276201635,8	276201635,8	-822567555
14	2034	0,231994825	0	0	1072568333	248830302,6	248830302,6	-573737252
15	2035	0,209004347	0	0	1072568333	224171443,7	224171443,7	-349565809
16	2036	0,188292204	0	0	1072568333	201956255,6	201956255,6	-147609553
17	2037	0,169632616	0	0	1072568333	181942572,6	181942572,6	34333019,71
18	2038	0,152822177	0	0	1072568333	163912227,6	163912227,6	198245247,3
19	2039	0,137677637	0	0	1072568333	147668673,5	147668673,5	345913920,8
20	2040	0,124033907	0	0	1072568333	133034841	133034841	478948761,8
Барлығы			7465920000	7095987027	20378798333	7574935789	478948761,8	

Кесте 4.6 – $d = 0.11$ кезінде көлбеу бағытталған ұңғымалардың нұсқасы үшін таза дисконтталған кірісті (NPV) есептеу

Кезең, Т	Жыл	Дисконттау коэфф., $1/(1+d)^T$	Күрделі салымдар, K_i , теңге	$K_i/(1+d)^T$, теңге	Жалпы кіріс, D_i , теңге	$D_i/(1+d)^T$, теңге	Таза ағымдағы құны, ТАҚ, теңге	Таза дисконтталған табыс, ТДТ (NPV), теңге
0	2020	1	1640038000	1640038000	0	0	-1640038000	-1640038000
1	2021	0,900900901	1640038000	1477511712	0	0	-1477511712	-3117549712
2	2022	0,811622433	0	0	1298350000	1053769986	1053769986	-2063779726
3	2023	0,731191381	0	0	1298350000	949342329,9	949342329,9	-1114437396
4	2024	0,658730974	0	0	1298350000	855263360,3	855263360,3	-259174035
5	2025	0,593451328	0	0	1298350000	770507531,8	770507531,8	511333496,5
6	2026	0,534640836	0	0	1298350000	694150929,5	694150929,5	1205484426
7	2027	0,481658411	0	0	1298350000	625361197,8	625361197,8	1830845624
8	2028	0,433926496	0	0	1298350000	563388466,5	563388466,5	2394234090
9	2029	0,390924771	0	0	1298350000	507557177	507557177	2901791267
10	2030	0,352184479	0	0	1298350000	457258718	457258718	3359049985
11	2031	0,317283314	0	0	1298350000	411944791	411944791	3770994776
12	2032	0,285840824	0	0	1298350000	371121433,3	371121433,3	4142116210
13	2033	0,257514256	0	0	1298350000	334343633,6	334343633,6	4476459843
14	2034	0,231994825	0	0	1298350000	301210480,8	301210480,8	4777670324
15	2035	0,209004347	0	0	1298350000	271360793,5	271360793,5	5049031117
16	2036	0,188292204	0	0	1298350000	244469183,3	244469183,3	5293500301
17	2037	0,169632616	0	0	1298350000	220242507,5	220242507,5	5513742808
18	2038	0,152822177	0	0	1298350000	198416673,4	198416673,4	5712159482
19	2039	0,137677637	0	0	1298350000	178753759,8	178753759,8	5890913242
20	2040	0,124033907	0	0	1298350000	161039423,3	161039423,3	6051952665
Барлығы			3280076000	3117549712	24668650000	9169502376	6051952665	

Салыстырылатын нұсқалардың жиынтық экономикалық көрсеткіштері 4.7 кестеде келтірілген.

Кесте 4.7 – Салыстырылатын нұсқалардың жиынтық экономикалық көрсеткіштері

Көрсеткіш атауы	Көрсеткіш мәні		Көрсеткіштің ауытқуы, +/-
	тік ұңғымалардың нұсқасы	көлбеу бағытталған ұңғымалардың нұсқасы	
Өндіру (кезең үшін), текше м	484880000	484880000	0
Өндіру (бір жыл ішінде), текше м/жыл	25520000	25520000	0
Күрделі шығындар, теңге	7465920000	3280076000	-4185844000
Пайдалану (операциялық) шығындары, теңге/жыл	458631667	232850000	-225781667
Газдың құны, теңге/текше м	60	60	0
Кезеңдегі газды сатудан түскен кіріс, теңге	29092800000	29092800000	0
Газды сатудан түскен кіріс, теңге/жыл	1531200000	1531200000	0
Кезеңдегі жалпы табыс, теңге/жыл	20378798333	24668650000	4289851667
Жалпы табыс, теңге/жыл	1072568333	1298350000	225781667
Өтелімділік мерзімі, жыл	9	5	-4
Таза дисконтталған кіріс (ТДК - NPV), теңге	478948762	6051952665	5573003903
Кірістіліктің ішкі нормасы (КИН - IRR), үлестер. бірлік	0,119739057	0,33734697	0,217607913
Өтелімділік мерзімі дисконтталған, жыл	16	5	-11

Екі технологиялық тәсімнің көрсеткіштерін салыстыру көлбеу бағытталған ұңғымалардың нұсқасы күрделі шығындарды 4185 млн. теңгеге төмендету есебінен экономикалық нәтиже алуға мүмкіндік береді деген қорытынды жасауға болады. Пайдалану (операциялық) шығындары 225,78 млн.теңгеге азаяды, бұл жалпы кірістің осы шамаға өсуін қамтамасыз етті.

Бұл ретте өтелімділік мерзімі 5 жылды құрады, бұл тік ұңғымаларды пайдалана отырып өндіру технологиясын қолданумен (9 жыл) салыстырғанда 4 жылға аз.

Есепті кезеңде таза дисконтталған табыс (NPV) 5573 млн.теңгеге ұлғайды. Табыстың ішкі нормасы (IRR) 0,2176 бірлікке артты. Дисконтталған өтелу мерзімі 11 жылға төмендеді.

4.10 Төртінші тарау бойынша қорытындылар

1. Траекториялардың қиылысуын қамтамасыз ету үшін көлденең ұңғымаларды электромагниттік бағдарлау және тік ұңғымалардың кенжарын

кеңейту жүйесін пайдалана отырып, қиылысатын траекториялары бар күрделі құрылымдағы ұңғымаларды салу бойынша тәжірибелік жұмыстарды жүргізу ұсынылады.

2. Бүйірлік ұңғымаларды бұрғылау көлденең ұңғымалардың құрылысының құнын төмендетеді. Ұңғымалардың өнімділігін арттырумен қатар, бүйірлік оқпандарды бұрғылау бұрын игерілмеген коллекторлардан көмірсутектерді алуға мүмкіндік береді.

3. Екі технологиялық тәсімнің көрсеткіштерін салыстыру көлбеу бағытталған ұңғымалардың нұсқасы күрделі шығындарды 4185 млн. теңгеге төмендету есебінен экономикалық нәтиже алуға мүмкіндік береді. Пайдалану (операциялық) шығындары 225,78 млн. теңгеге кемітіледі, бұл жалпы кірістің осы шамаға өсуін қамтамасыз етті

ҚОРЫТЫНДЫ

Қарағанды бассейнінің Шерубайнұра телімі шегінде көмір қабаттарынан метан өндірудің орындылығын, сондай-ақ қолжетімді деректер негізінде КҚМ газ бөлудің қарқындатудың неғұрлым тиімді технологиясын анықтау мақсатында кешенді талдау жүргізілді

Жұмыстың негізгі ғылыми нәтижелері:

– ұңғыманың өнімді аралық қабатын белгілі бір концентрацияда тұз қышқылымен өңдеу, оны пайдалану ұңғымалардың технологиялық және экономикалық тиімділігін арттыратыны анықталды. Эксперименттік жұмыстардың нәтижесінде 18% жоғары концентрациясы бар HCL тұз қышқылы сазды қабықтарды өңдеу кезінде ұңғыманың ішкі жабдықтарына теріс әсер ететіні анықталды;

– зертханалық жағдайда жүргізілген эксперименттердің нәтижесінде қышқылдың өңдеудегі ең оңтайлы концентрациясы және саз қабығының тиімді қышқылдық ыдырауы 18% HCL екендігі анықталды.

Эксперимент нәтижелері бойынша 18% ерітінді өткізгіштіктің артуына байланысты газ бөлуді орта есеппен 17%-ға және 19%-ға арттырады:

– екі технологиялық тәсімнің көрсеткіштерін салыстыру көлбеу бағытталған ұңғымалардың нұсқасы күрделі шығындарды 4185 млн. теңгеге төмендету есебінен экономикалық нәтиже алуға мүмкіндік береді. Пайдалану (операциялық) шығындары 225,78 млн. теңгеге кемітіледі, бұл жалпы кірістің осы шамаға өсуін қамтамасыз етті.

Диссертацияда алынған ғылыми зерттеулердің нәтижелері «Тау-кен ісі» магистратура және докторантура мамандықтарының бейіндік пәндері бойынша оқу үдерісінде көрініс тапты, сондай-ақ «Taldukuduk-Gas» ЖШС ғылыми-техникалық кеңесінің отырысында мақұлданды және өндіріске енгізілді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Добыча метана для бытовых целей начнется в Карагандинской области // Казинформ. – 2017, март – 3.
- 2 Проект разведочных (оценочных) работ на МУП на Шерубайнуринском участке Карагандинского угольного бассейна / Азимут Геология. – Караганда, 2019. – 107 с.
- 3 Дрижд Н.А. Метан угольных пластов // Матер. 6-го междунар. горно-металлургического конгресса «Astana Mining and Metallurgy». – Астана, 2015. – С. 36-12.
- 4 Плачкова С.Г. Энергетика. История, настоящее и будущее. – Киев, 2009. – Кн. 1. – 203 с.
- 5 Дрижд Н.А., Муллағалиев Ф.А., и др. Испытание технологии добычи метана бурением скважины с поверхности по угольному пласту // Mater. 12th mezinár. věd.-prak. konf. «Vědecký pokrok na přelomu tisyachalety». – Praha, 2016. – Р. 32-7.
- 6 Дрижд Н.А., Рабатулы М., Көмір такталар метаны. Қазақстан территориясында өндірудің ерекшеліктері және перспективалары // Горный журнал Казахстана. – 2018. – №09. – С. 22-28.
- 7 Santos. Third Quarter Activities Report For period // <https://www.santos.com/wp-content/uploads.22.02.2019>.
- 8 Dr Graeme Bethune, CEO, EnergyQuest, Development of the Australian Coal Bed Methane Industry // <https://www.gasstrategies.com/information-services/gas-matters/gas-strategies-interview-graeme-bethune.14.08.18>.
- 9 India Coal Mine Methane Market Study May // <https://www.globalmethane.org/documents/India.22.02.2019>.
- 10 Group E. Block overview - ECBM Possibility: RG (East) CBM 2001/1. Durgapur // <https://www.essar.com/essar-to-double-cbm-gas.22.03.2019>.
- 11 Угольный газ – новый источник энергии Ernst & Young // <http://uaprom.info/article/4728-ugolnyj-gaz--novyj-istochnik.29.08.2019>.
- 12 Urbat R. Horseshoe Canyon Coal Bed Methane High Well Density, Reservoir Continuity Study // <https://open.alberta.ca/dataset/.10.04.2018>.
- 13 Jianguang W. Technology Process of China's CBM Exploration and Development // <https://usea.org/sites/default/files/event.29.08.2019>.
- 14 Бахтина О. Власти Китая субсидируют рост объемов газа собственной добычи // Neftegaz.RU. – 2019, октябрь – 24.
- 15 Shu Tao, Shida Chen, Zhejun Pan, Current status, challenges, and policy suggestions for coalbed methane industry development in China: A review // <https://www.researchgate.net/publication/333180389.21.09.2018>.
- 16 Qin Y., Moore T.A., Shen J. et al. Resources and geology of coalbed methane in China: a review // Int Geol Rev. – 2018. – Vol. 60(5-6). – Р. 777-812.
- 17 Сурин Е.В. Добыча метана угольных пластов в Кузбассе // Энергия отрасли. – 2012. – №6 – С. 26-28.

18 Карасевича А.М. Современное состояние и перспективы освоения нетрадиционных ресурсов метана угольных пластов в России: докл. на заседании ЕЭК ООН. – Женева, 2005. – 32 с.

19 Pashin J.C. Geologic Heterogeneity and Coalbed Methane Production – Experience from the Black Warrior Basin // <https://pubs.usgs.gov/of>. 25.09.2019.

20 Pashin J. Origin and Consequences of Variable Gas Saturation in Coalbed Methane Reservoirs of the Black Warrior Basin // http://www.searchanddiscovery.com/pdfz/documents/2008/08214pashin/ndx_pashin.pdf.html, 27.09.2019

21 Murrie G.W. Geology of the Mary Lee Group of Coalbeds, Black Warrior Coal Basin, Alabama // <https://www.cdc.gov/niosh/mining/>. 15.10.2019.

22 NGH20 Quote Overview for Fri, Jan 31st, 2020 // https://en.wikipedia.org/wiki/Coalbed_methane_in_the_. 23.11.2019.

23 Малютина А.Е., Малдыбаева А.Е., Овсенко А.С. и др. Оперативный подсчет запасов метана угольных пластов на Шерубайнуринском участке Карагандинского угольного бассейна» (по состоянию на 02.01.2017 г.). – Караганда, 2017. – 47 с.

24 Мустафин Р.К. Разведка метана угольных пластов Шерубайнуринского угленосного района (Шерубайнуринский участок) Карагандинского угольного бассейна. – Караганда, 2013. – 87с.

25 Дрижд Н.А., Замалиев Н.М., Жүніс Г.М., Рабатулы М., Испытание пластов в открытом стволе для оценки проницаемости в пластовых условиях и пластового давления методом кривой восстановления давления // Матер. междунар. науч.-практ. конф. «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №11). – Караганда: КарГТУ, 2019. – С. 117-119.

26 Портнов В.С., Филимонов Е.Н., Маусымбаева А.Д. и др. Исследование газоносности пласта к10 в условиях Шерубайнуринского участка на основе данных фактического газовыделения // «Комплексное использование минерального сырья». – 2016. – №2. – С. 3-10.

27 Дрижд Н.А., Хайдина М.П., Рабатулы М. и др. Миграция метана в зонах подработки ликвидируемых угольных шахт // Матер. 9-й междунар. науч.-практ. конф. «Современные тенденции и инновации в науке и производстве». – Междуреченске, 2020. – С. 114-123.

28 Еремин В.А., Лопатов В.Э., Силантьев В.А. Геологоразведочные работы на поле шахты 4-Чурубайнуринская Карагандинского бассейна: отчет. – Караганда, 1969. – 275 с.

29 Корнис П.Г., Бокаева Г.А., Мотков В.П. и др. Геологический отчет по доразведке поля шахты «Чурубайнуринская» Карагандинского бассейна (по состоянию на 1 января 1977 г.). – Караганда, 1977. – 271 с.

30 Хайдина М.П., Уразбеков А.К., Рабатулы М. и др. Изотермическое тестирование сорбционных свойств углей // Матер. междунар. науч.-практ. конф. «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №11). – Караганда: КарГТУ, 2019. – С. 203-205.

31 Строительство скважин на контрактной территории Шерубайнуринского угленосного района (шерубайнуринский участок) Карагандинского угольного бассейна: отчет / «МТ Казахстан» – Караганда, 2017. – 42 с.

32 Дрижд Н.А. и др. Исследование гидропроницаемости и газопроницаемости угольных кернов // Тр. Университета. – 2017. – №2(67). – С. 51-54.

33 Дрижд Н.А., Замалиев Н.М., Жүніс Г.М., Рабатулы М. Шерубай-Нұра телімінің көмір такталарынан метанды өндіру тәжірибесі // Горного журнала Казахстана». – 2018. – №11. – С. 16-19.

34 О реализации пилотного проекта по извлечению метана из неразгруженных угольных пластов / <https://minenergo.gov.ru/sites/>. 28.11.2019.

35 Раматуллаев С. Шерубайнуринский участок скважины Ш9: отчет по интерпретации данных. – Атырау, 2017. – 33 с.

36 Ин Я., Мэн Л., Шуайбу А. Анализ эффективности проведения гидроразрыва пласта для добычи метана из угольных пластов на участке QD бассейна Qinshui Китая // Нфть. Газ. Новации. – 2019. – №1. – С. 77-82.

37 Серикова А.А., Мещеряков Е.Г. Определение наиболее перспективного района для разведки метана угольных пластов в пределах карагандинского угольного бассейна // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2018 – №5-8(25). – С. 47-50.

38 Сторонский Н.М., Хрюкин В.Т. и др. Нетрадиционные ресурсы метана угленосных толщ // Российский химический журнал им. Д.И. Менделеева). – 2008. – Т. 52, №6. – С. 63-72.

39 Дрижд Н.А., Рабатулы М., Александров А.Ю. и др. Результаты освоения опытно-промышленных скважин на Шерубайнуринском участке Карагандинского угольного бассейна // Уголь. – 2020. – №06. – С. 36-40.

40 Ин Я., Хайдина М.П., Хэнян В. Анализ особенностей эксплуатации и эффективности применения и-образной скважины для добычи метана из угольных пластов, // Газовая промышленность – 2019. – №2(780). – С. 44-50.

41 Roadifer R.D., Moor T.R. SPE 114169. Coalbed Methane Pilots: Timing, Design, and Analysis // SPE Unconventional Reservoirs conf. – Colorado, 2008. – P. 27-30.

42 Дрижд Н.А., Мусин Р.А., Ахматнуров Д.Р., Рабатулы М. Увеличение добычи метана при помощи плазменно-импульсной // Горный журнал Казахстана. – 2017. – №10. – С. 8-11.

43 Hepburn S. The Coal Seam Gas Industry in Australia // <http://www.deakin.edu.au/research/stories/the-coal-seam-gas-infustry>. 25.12.2019.

44 Ruichen Shen Z.W. The Advanced Technology of Drilling and Completion for CBM in China // <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Ruichen-Shen-77289246>. 25.12.2019.

45 Газпром. О перспективах добычи в России угольного газа // <http://www.gazprom.ru/about/production/extraction/metan/>. 26.12.2019.

- 46 Дрижд Н.А., Мусин Р.А., Александров А.Ю., Рабатулы М. Опыт бурения наклонно-направленной скважины для добычи метана угольных пластов // Горный журнал Казахстана. – 2019. – №012. – С. 19-23.
- 47 Дрижд Н.А., Муллағалиев Ф.А. и др. Опыт бурения экспериментальной наклонно-горизонтальной скважины для извлечения метана угольных пластов // Горный журнал Казахстана. – 2016. – №10. – С. 32-35.
- 48 Дрижд Н.А., Замалиев Н.М., Жүніс Г.М., Рабатулы М. Исследование угольных пластов прямым методом десорбционного теста // Горный журнал Казахстана. – 2019. – №09. – С. 20-25.
- 49 Концепция развития угольной промышленности Республики Казахстан на период 2020 г. // http://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=23468. 27.12.2019.
- 50 Дрижд Н.А., Рабатулы М., Шерубай-Нұра учаскесінің көмір такталарынан метанды өндіру тәжірибесі // Горный журнал Казахстана. – 2018. – №11. – С. 16-19.
- 51 Подсчет запасов метана угольных пластов на Шерубайнуринском участке Карагандинского угольного бассейна Карагандинской области Республики Казахстан (по состоянию на 02.01.2017 г.): отчет о НИР (заключительный) / ТОО «Проектный институт «OPTIMUM». – Актау, 2017. – 85 с.
- 52 Никитин П.М., Исследования кольматации внутрискважинных фильтров растворами первичного вскрытия и фильтрационной коркой // Нефть. Газ. Новации. – 2018. – №3. – С. 25-29.
- 53 Глущенко В.Н., Силин М.А. Кислотная обработка скважин. – М.: Наука, 2010. – 704 с.
- 54 Савенок О., Барамбонье С. Анализ технологии проведения реагентной обработки в призабойной зоне пласта // Булатовские чтения. – 2018. – Т. 2. – С. 116-128.
- 55 Ноздря В.И. и др. Новые составы брейкерных композиций контролируемого действия в условиях высоких температур // <https://burneft.ru/archive/issues/2019-05/50>. 25.02.2020.
- 56 Беляев С.Ю., Сенников Н.В., Новиков Д.А. и др. Геологическое строение Кузбасского угольного бассейна и проблемы выбора объектов для поисково-геолого-разведочных работ на метан угольных пластов // Геология, Геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2008. – №6. – С. 50-55.
- 57 Левинсон Л.М. и др. Строительство и навигация сложнопрофильных скважин: учеб. пособие. – Уфа: УГНТУ, 2013. – 157 с.
- 58 Хосе Ф. и др. Новые подходы к строительству многоствольных // Нефтегазовое обозрени. – 2003. – №3 – С. 45-67.
- 59 Техничко-экономическое обоснование по увеличению газоотдачи ранее пробуренных скважин на Шерубайнуринском участке / КарГТУ. – Караганда, 2017. – 28 с.
- 60 Economides M.A. et al. Modern Fracturing. Enhancing Natural Gas Production. – Houston, Texas: Energy Tribune Publishing, 2007. – 509 p.

- 61 Rieb B.L. Production Success of Proppant Stimulation on Horseshoe Canyon Coalbed Methane. – Oklahoma: Coal Information Institute, 2005. – 162 p.
- 62 Зейнуллин А.А., Хасен Б.П. и др. Ключевые параметры углей карагандинского бассейна для добычи метана угольных пластов // Геология и охрана недр. – 2016. – №2(59). – С. 12-23.
- 63 McMillan D.P. et al. CBM: Fracture Stimulation--An Australian Experience // SPE Annual Technical conf. – Anaheim, 2007. – P. 78.
- 64 Rodvelt G.T. Multiseam Coal Stimulation Using Coiled-Tubing. – Beijing 2001. – 150 p.
- 65 Магадова Л.А. и др. Исследование долговременной проводимости проппантов различных производителей. – М., 2011. – 25 с.
- 66 Snyder S.J. et al. Improved Fracturing Technology for Coalbed Methane Gas Wells in Western Pennsylvania Increases Gas Production Over Offset and Historic Wells in Mount Pleasant CBM Field // file:///C:/Users/admin/Downloads/218EWGEffactive. 24.04.2020.
- 67 Дрижд Н.А., Хайдина М.П., Кенетаева А.А., Рабатулы М. и др. Запасы и добыча метана угольных пластов Карагандинского бассейна // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2020. – №2-1(58)7 – С. 80-88.
- 68 Kenetayeva A.A., Kenetayeva Zh.K., Tokusheva Zh.T., Rabatuly M. Methane content of coal seams of Karaganda basin // Mater. 3th internat. conf. "Cognitive Robotics". – Tomsk, 2018. – P. 1-5.
- 69 Кенетаева А.А., Кенетаева Ж.К., Рабатулы М., Газоносность угольных пластов Карагандинского бассейна // Матер. междунар. науч.-практ. конф. «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №10). – Караганда, 2018. – С. 184-185.
- 70 Warpinski N.R. et al. Stimulating Unconventional Reservoirs: Maximizing Network Growth While Optimizing Fracture Conductivity // Journal of Canadian Petroleum Technology. – 2009. – Vol. 48, Issue 10. – P. 39-51.
- 71 Cipolla C.W. et al. The Relationship Between Fracture Complexity, Reservoir Properties, and Fracture Treatment Design // Society of Petroleum Engineers. – 2010. – Vol. 25, Issue 4. – P. 438-452.
- 72 Xiao B.Z. A Novel Nano-Composite Fiber Laden Viscoelastic Fracturing Fluid for Coal-Bed Methane (CBM) Reservoir Stimulation: Laboratory Study and Test // <https://www.hindawi.com/journals/geofluids/2020/5152646/22.04.2020>.
- 73 Fisher M.H. Optimizing Horizontal Completion Techniques in the Barnett Shale Using Microseismic Fracture Mapping // <https://www.onepetro.org/journal-paper/SPE-0305-0041-JPT. 24.04.2020>.
- 74 Durant R.F. Hybrid Downhole Microseismic and Microdeformation Monitoring of a Vertical Coal Seam Gas Well // https://www.researchgate.net/publication/309439803_Hybrid_Downhole_Microseismic. 25.04.2020.
- 75 Weatherall G.D. Interval Pressure Transient Test and Stress Testing in Coal Bed Methane Using Dual Packer Formation Testers: Case Studies from Indonesia // <https://ttu-ir.tdl.org/handle/2346/18881. 25.04.2020>.

76 Кенетаева А.А., Мухажанова Ж.Т., Токушева Ж.Т., Рабатулы М. Көмір массивінің табиғи газдылығын талдау негізінде оның күйін зерттеу // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2018. – №4(36), ч. 4. – С. 90-93.

77 Musin R.A., Zamaliyev N.M., Akhmatnurov D.R. et al. Status and properties of gas-bearing coal seams // Молодой исследователь: вызовы и перспективы: матер. 16-й междунар. науч.-практ. конф.». – М., 2016. – С. 196-200.

78 Абетов А.Е., Муллағалиев Ф.А., Коликов К.С. Разведка и добыча метана угольных пластов, проблемы и перспективы дегазации в Карагандинском угольном бассейне // Геология и охрана недр. – 2018. – №2(67). – С. 10-17.

79 Шубина Е.А., Лукьянов В.Г. Изучение природной газоносности с целью развития добычи метана из угольных пластов в промышленных масштабах // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2016. – №1(113). – С. 3-12.

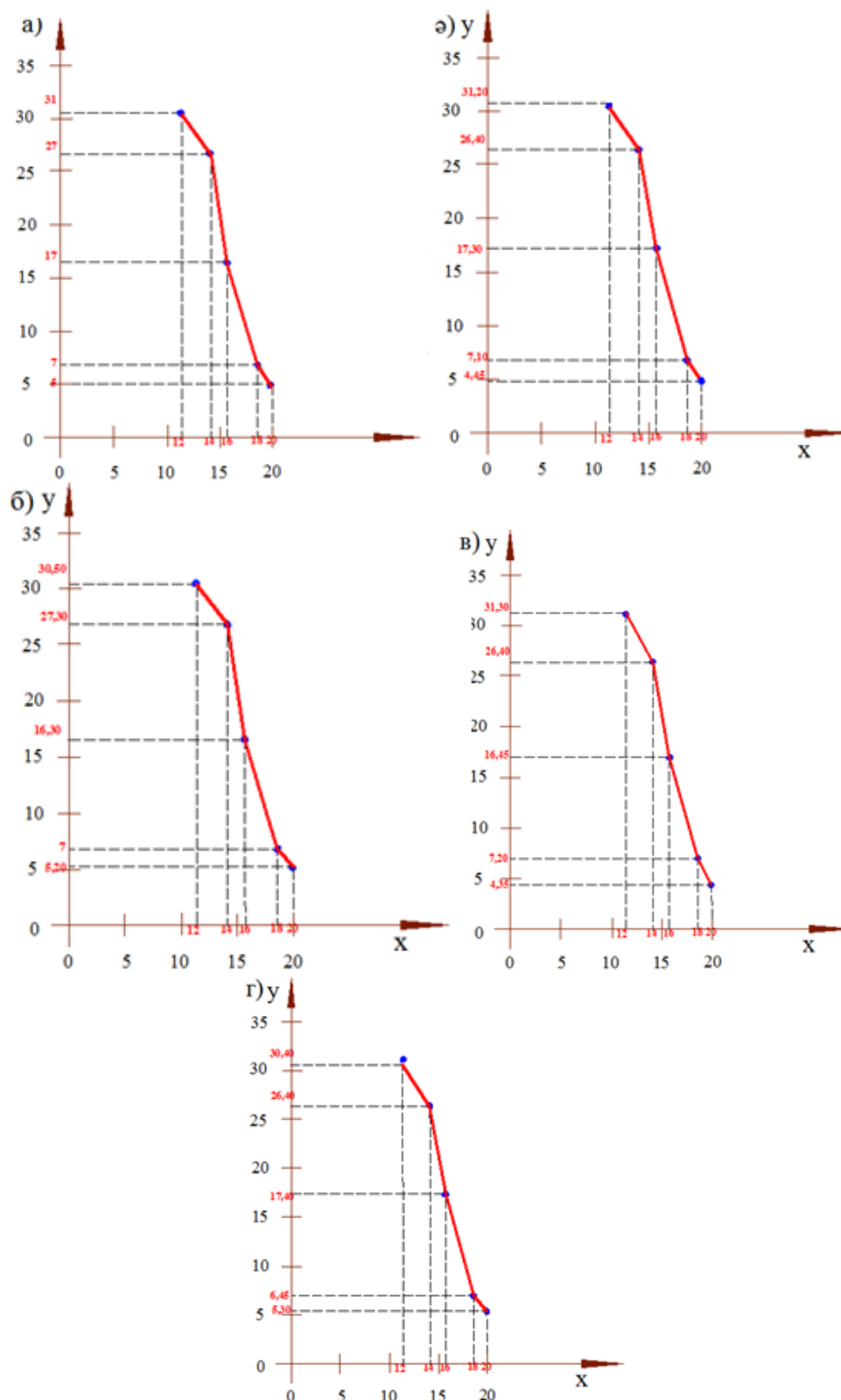
80 Подгорнов В., Каматов К., Оценка эффективности бурения переслаивающегося разреза // Neftegaz.ru. – 2015, апрель – 20.

81 Дрижд Н.А., Камаров Р.К., Усенбеков М.С. и др. Исследование и пути совершенствования дегазационных работ для обеспечения комплексного развития угольной отрасли: монография. – Караганда, 2017. – 241 с.

82 Муллағалиев Ф.А. и др. Отчет о проведенных работах по геологической разведке на Шерубайнуринском участке в Карагандинской области: отчет. – Караганда, 2016. – 80 с.

83 Пармузин П.Н. Определение экономических эффектов в проектах по извлечению метана из угольных пластов // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2013. – №3. – С. 15-17.

ҚОСЫМША А



y – сазды қыртысты жою уақыты, t, мин.; x – тұзды қышқылының концентрациясы, НСL, %: а - 1; ә - 2; б - 3; в - 4; г - 5 жалпы 25 сынама өткізілді

Сурет А.1 – Сүзу уақытының қышқыл ерітіндісінің концентрациясына тәуелділік диаграммалары

ҚОСЫМША Ә

Назарбаев университеті және ҚарТУ зертханаларында жүргізілген эксперименттік жұмыстардың хаттамалары

Протокол проведения экспериментальных работ

Дата и время испытания:	
Цель испытания:	Оценка эффективности и подбор приемлемой концентрации раствора соляной кислоты для разрушения глинистой корки, образующейся в результате буровых работ
Объекты испытания:	Буровые растворы, применяемые при бурении скважин в Шерубайнуринском участке
Оборудование и хим. реагенты:	Оборудование: Технические весы RADWAG PS6000, миксер Hamilton Beach, рычажные весы Fann, воронка Марша, визкозиметр Fann 35, фильтр-пресс Fann. Реагенты: Бентонит, КМЦ, Na_2CO_3, Polisol, Соль техническая, POLIPAC UL, POLIPAC R, Пеногаситель, Dyovis, DESCO/Бурпласт Растворы соляной кислоты - 12,14, 16,18 и 20 %
Краткий обзор проведенных испытаний:	-Приготовлен буровой раствор необходимой консистенции. Вязкость подтверждена лабораторными приборами - Получен слой фильтрата бурового раствора с помощью пресс-фильтра. 5 образцов подготовлены для испытаний -Через фильтрат пропускали по 50 мл раствора соляной кислоты разной концентрации и фиксировали время задержки
Основные результаты:	-Получены диаграмма зависимости времени фильтрации от концентрации кислоты
Заключение:	18% и 20% кислотные растворы проявили наиболее короткое время задержки на фильтре, откуда следует, что обработка скважины 18% соляной кислотой позволит увеличит проницаемость пласта.

Ассистент лаборатории: Сапинов Г. К.



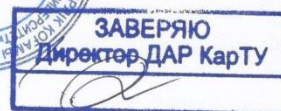
Протокол проведения экспериментальных работ

Дата и время испытания:	31.10.2020-07.11.2020 09.00-16.30
Цель испытания:	Оценка эффективности кислотной обработки для увеличения метановыделения из угольных целиков
Объекты исследования	Уголь, пласт К12, шахта им.Кузембаева
Оборудование и хим. реагенты:	Оборудование: Технические весы RADWAG PS4500, сорбционная установка Geokrak, детектор газа GasAlert Max XTII, газовый хроматограф Agilent 7890B Реагенты: Раствор соляной кислоты - 18 % Количество проб: 17
Краткий обзор проведенных испытаний:	-Замерили объем выделившегося газа без воздействия соляной кислоты на сорбционной установке -На газовом хроматографе установили концентрацию метана в выделившейся газовой смеси -Замерили массу дегазированного угля -Залили дегазированный уголь 200 мл 18% соляной кислоты и закрыли емкость на 5 мин -Замерили объем выделившегося газа после воздействия соляной кислоты на сорбционной установке - На газовом хроматографе установили концентрацию метана в выделившейся газовой смеси
Основные результаты:	-Получены значения объемов газа выделившегося до и после воздействия соляной кислотой -Получены значения концентраций метана в газовой смеси, полученной до и после воздействия соляной кислотой
Заключение:	По предварительным анализам полученных данных обработка угля 18% соляной кислотой увеличивает выход метана на 16%. Данные переданы заказчику для более детальной обработки аналитических данных

Руководитель лаборатории
Метановой энергетики в ГМК



А.А. Кельмялене



ҚОСЫМША Б

Авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізіліміне мәліметтерді енгізу туралы куәлігі

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  **РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН**

**АВТОРЛЫҚ ҚҰҚЫҚПЕН ҚОРҒАЛАТЫН ОБЪЕКТІЛЕРГЕ ҚҰҚЫҚТАРДЫҢ
МЕМЛЕКЕТТІК ТІЗІЛІМГЕ МӘЛІМЕТТЕРДІ ЕНГІЗУ ТУРАЛЫ**

КУӘЛІК

2019 жылғы « 13 » наурыз № 2266

Автордың (лардың) жөні, аты, әкесінің аты (егер ол жеке басын куәландыратын құжатта көрсетілсе):
КЕНЕТАЕВА АЙГУЛЬ АКАНОВНА, РАБАТҰЛЫ МҰХАММЕДРАХЫМ, ПОРТНОВ ВАСИЛИЙ СЕРГЕЕВИЧ, ЕВГЕНИЙ ЗАПИМОНОВ НИКОЛАЕВИЧ, СТЕПАНОВ ЮРИЙ МИХАЙЛОВИЧ

Авторлық құқық объектісі: ғылыми туынды
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОНОСНОСТИ ПЛАСТА К10 В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ

Объектінің атауы: «АБАЙСКАЯ» УД АО АМТ

Объектіні жасаған күні: 22.01.2015

СВИДЕТЕЛЬСТВО

**О ВНЕСЕНИИ СВЕДЕНИЙ В ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР
ПРАВ НА ОБЪЕКТЫ, ОХРАНЯЕМЫЕ АВТОРСКИМ ПРАВОМ**

№ 2266 от « 13 » марта 2019 года

Фамилия, имя, отчество, (если оно указано в документе, удостоверяющем личность) автора (ов):
КЕНЕТАЕВА АЙГУЛЬ АКАНОВНА, РАБАТҰЛЫ МҰХАММЕДРАХЫМ, ПОРТНОВ ВАСИЛИЙ СЕРГЕЕВИЧ, ЕВГЕНИЙ ЗАПИМОНОВ НИКОЛАЕВИЧ, СТЕПАНОВ ЮРИЙ МИХАЙЛОВИЧ

Вид объекта авторского права: произведение науки
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОНОСНОСТИ ПЛАСТА К10 В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ

Название объекта: «АБАЙСКАЯ» УД АО АМТ

Дата создания объекта: 22.01.2015

Құжат түпнұсқалығын <http://www.kazpatent.kz/rz> сайтының
"Авторлық құқық" бөлімінде тексеруге болады <https://copyright.kazpatent.kz>

Подлинность документа возможно проверить на сайте kazpatent.kz
в разделе «Авторское право» <https://copyright.kazpatent.kz>

Подписано ЭЦП Батаева К. О.

ҚОСЫМША В

Нәтижелерді ҚарТУ оқыту үдерісіне және өндіріске енгізу актілері

БЕКІТЕМІН:
«ҚарТУ ҚЕАҚ»
Бірінші проректоры
Г. Жетесова
«_____» _____ 2020 ж.

Диссертациялық жұмыс нәтижесін оқу үдерісіне енгізу туралы АКТ

6D070700 - «Тау-кен ісі» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған Рабатұлы Мұхаммедрахымның диссертациялық жұмысында баяндалған көмір қабаттарынан метанды барлау және өндіру технологиялары және оның бөлінуін қарқындалту технологиялары саласындағы негізгі ғылыми ережелер мен техникалық шешімдер Қарағанды техникалық университетінің Тау-кен факультетінің «Пайдалы қазбалар кенорындарын өңдеу» кафедрасында оқу үдерісіне енгізілді. Зерттеулер мен әзірлемелер нәтижелері 6M070700 «Тау-кен ісі» мамандықтары бойынша магистратураның дәріс, зертханалық және практикалық сабақтарында «Тау-кен ісіндегі инжиниринг» білім беру бағдарламасы, 6M070900 «Металлургия» білім беру бағдарламасы «Тау-кен металлургия кешеніндегі инновациялық технологиялар. 6D070700 «Тау-кен ісі» мамандығының докторантура мамандықтары бойынша:

- «Көмір қабаттарынан метан өндіру үшін ұңғымаларды бұрғылау және пайдалану»;
- «Метан көмір кен орындарын игеру және пайдалану»;
- «Көмір шахталарының метан қауіпсіздігін қамтамасыз етудің заманауи әдістері»;
- «Көмір қабаттарынан метанды тасымалдау, сақтау және қайта өңдеу»;
- «Метанқауіпсіздік. Шахталық метанды газсыздандыру және кәдеге жарату»;
- «Өнеркәсіптік қауіпсіздік менеджменті»;
- «Көмір саласын кешенді дамыту үшін газсыздандыру жұмыстарын зерттеу және жетілдіру жолдары».

ПҚКӨ каф. меңгерушісі
PhD докторы

А.Ж. Имашев

Ғылыми жетекші
«Метан» ГТО директоры,
т.ғ.д., профессор

Н.А. Дрижд

Докторант

М. Рабатұлы

Диссертационный совет
«Горное дело» по специальностям:
6D070700 «Горное дело»,
6D070600 «Геология и разведка
месторождений полезных ископаемых»
при НАО КарТУ

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе:

Кабирова С.В. - главный геолог ТОО «TaldyKuduk-Gas»;

Дрижд Н.А. - директор НТЦ «Метан» НАО КарТУ. д.т.н. профессор;

Рабатулы М. - докторант кафедры РМПИ НАО КарТУ

составили настоящий акт в том, что основные положения диссертационной работы М. Рабатулы на тему «Көлбеу бағытталған ұңғымаларды бұрғылау кезінде көмір қабаттарының газ бөлу тиімділігін арттыру» (Повышение эффективности газоотдачи угольных пластов при бурении наклонно-направленных скважин), докладывались и получили одобрение на заседании научно-технического совета ТОО «TaldyKuduk-Gas». Проведенные научные исследования можно характеризовать как научно обоснованные разработки, которые имеют практическую ценность и рекомендуются к внедрению и использованию при проведении научно-исследовательских и опытно-промышленных работ по разведке и добыче метана угольных пластов Карагандинского бассейна.

Настоящим письмом подтверждаем о положительных итогах внедрения научно-практических результатов диссертации, которые планируются к использованию в будущих проектах по добыче метана угольных пластов, реализуемых ТОО «TaldyKuduk-Gas».

Данный акт внедрения не является основанием для предъявления каких-либо финансовых претензий, а также требований, связанных с авторскими правами.

Директор
ТОО «TaldyKuduk-Gas»



Ф.А Муллағалиев