

АНДАТПА
Бакешева Айгуль Темербековнаның
6D070800 – «Мұнай-газ ісі» мамандығы бойынша
философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін
дайындалған диссертациясы

«Газ айдауды тоқтатпай газ құбырының микрожарықтарынан газдың шығуын жою»

Қазақстан үшін транзиттік газ әлеуеті маңызды стратегиялық, геосаяси және экономикалық мәні бар. Сондықтан да, Қазақстан Республикасы аумағынан өтетін газкөліктік магистральдардың транзиттік қуаттылығын дамыту табиғи газдың халықаралық транзитінің жан-жақты өсетін көлемдерін қамтамасыз ету және құбыр жолдары жүйелерінің қолданыстағы активтерін аса тиімді пайдалану мақсатында газ компаниясының қызметінде негізгі болып табылады.

Қазақстан Республикасы газ секторын дамыту тұжырымдамасы 2030 жылға дейін Қазақстан Республикасының газ секторын кезең-кезеңмен реформалауға және кешендік дамуға көріністерді және негізгі тәсілдерді анықтайды.

Газ компанияның экономикалық көрсеткіштерін ұлғайтуға және тұтынушыларға дейін газды үздіксіз жеткізуді қамтамасыз ету үшін тасымалдау кезінде мүмкін қауіптерге ерекше көңіл бөледі.

Газды сору кезіндегі негізгі қауіптер магистралды газ құбырларының бас тартуы болып табылады, ол газ құбырларының толық немесе ішінара тоқтатуына әкеледі, барлық газ көліктік жүйелердің қалыпты жұмысын бұзады, сондай-ақ, қоршаған ортаға зиянды заттарды тастаумен, өртпен, жарысылыстармен және адам құрбанымен ілесетін апаттың себебі болуы мүмкін.

Магистральдық газ құбырларынан бас тарту себебі әр түрлі болуы мүмкін: жер жұмыстарын өндіру кезінде механикалық әсерлер, жұмысты өндіру тәртібі мен қауіпсіздік ережелерінен бас тарту; құрылыс кезінде бұзылу және/немесе техникалық жағдайды жеткіліксіз бақылау нәтижесінде құбыр металын таттанып бұзу; жіктердің ашылуы және құбыр жолдарының жіктерін құрылыс-монтаждық жұмыстарды сапасыз өткізілмеуінен ашылу. Аса күрделі жағдай жер асты газ құбырларынан ағуы болып табылады, өйткені топырақта газды фильтрациялау, оны аққан жерлерінен тарату және жер асты бос жерлерде жиналуы факторлардың үлкен мөлшерімен анықталады.

Апаттық жағдайларды алдын алу және газ көлік жүйелерін жұмысқа қабілетті жағдайда қолдау үшін газ компаниялары маңызды ресурстарды бөледі және магистралды газ құбырлары апаттылығын алдын алу және төмендету бойынша бірқатар іс-шараларды жүргізеді: газ құбырлардың ағымдағы жағдайына уақытылы инспекциялау; табиғи газдың жоғалу шамасын және ақауларды жоюды анықтау.

Соңғы жылдары магистральдық газ құбырларының желілік бөліктеріне күрделі жөндеу көлемі біршама ұлғаяды.

Жөндеудің осы немесе басқа әдістерін кеңінен қолдануға арналған негізгі жағдайлар болып табылады:

- жөндеуден кейін учаскенің пайдалану сенімділігінің қажетті деңгейін қамтамасыз ету;
- оны орындауға минималды еңбек шығындары;
- жөндеу жұмыстарының минималды жалпы құны.

Бүгінгі күні газды құбыр жолдарынан тоқтаусыз соруға зақымдарды жоюдың құбыр ішіндегі тәсілдерін ұсынады.

Диссертациялық жұмыста құбыр жолдарын құбыр ішінен жөндеуге арналған патенттелген құрылғысын ұсынады. Әзірленген құрылғының көмегімен өнімді тоқтаусыз сорудың ақаулықтарын жоюға болады, ол жөндеу жұмыстарының уақытын қысқартуға мүмкіндік береді, еңбек сыйымдылығын, жөндеу құнын біршама төмендетеді, қолданыстағы құбыр жолдарының бетінде дәнекерлеу жұмыстарын алып тастау есебінен жөндеу қауіпсіздігін жоғарлатады және ең алдымен газды тұтынушыға дейін үздіксіз жеткізуді қамтамасыз етеді.

Әзірлеменің жоспарланған ғылыми-техникалық деңгейі, патенттік зерттеулер туралы мәліметтер және олардан шыққан қорытындылар.

Жұмысты орындау үдерісінде газды соруды тоқтатусыз газ құбырларында газдың кетуін жою проблемасы бойынша әдебиет көздерін және патенттік зерттеулерін талдау, стационарлық емес жағдайда газдың кету көлемдерін анықтау бағдарламалары мен әдістерін, зерттеудің заманауи әдістемелерін таңдау өткізіледі.

Диссертациялық жұмыста магистралды газ құбырларында газдың кетуін жою саласында ғылыми әзірлемелердің одан әрі бағытын болжау бойынша зерттеулер мен ғылыми-техникалық проблемалардың заманауи жағдайына, жер асты газ құбырларынан газдың кетуін модельдеу мақсатымен табиғи газдың тұжыру үдерістеріне ғылыми талдау нәтижелері және стационарлық емес жағдайда олардың шамаларын анықтау келтірілген. Қабылданған техникалық шешімдердің жаңалығы ҚР патенті расталады және ғылыми зерттеулердің заманауи деңгейіне сәйкес келеді.

Диссертациялардың метрологиялық қамтамасыз етуі туралы мәліметтер.

Алынған нәтижелердің шынайылығы газ құбырынан газдың кетуін модельдеуге арналған газдинамикалық параметрлерді реттеудің пропорционалды-интегралды заңдарға негізделген математикалық модельдерді қолданумен расталады.

Жұмыстағы зертханалық зерттеулер Санкт-Петербург Тау университетінің «Мұнай мен газды тасымалдау және сақтау» кафедрасы базасында өткізілді. Тәжірибелі деректерді алу үшін эксперименталды қондырғыны қолдануға болады, ол атмосферадан жоғары қысыммен ортада ағудың стационарлық емес режимдерімен құбыр жолдарынан газдың кетуін модельдеуге, сондай-ақ, көлемді детандердің көмегімен оның шамасын анықтауға мүмкіндік береді. Метрологиялық өлшеу тексерілген бақылау-өлшеу құралдарында орындалады.

Диссертациялық зерттеудің жалпы сипаттамасы.

Осы диссертация газды тасымалдауды тоқтатусыз магистралды газ құбырларына құбыр ішінде жөндеуге арналған құрылғыны құруға арналған.

Жұмыстың өзектілігі.

Газдың магистралды көлігі елдің отын-энергетикалық кешенінің құрылымында жетекші рөл атқарады. Магистралды газ құбырларын өнеркәсіптік және өрт қауіпсіздігімен қамтамасыз ету газ компанияларының маңызды міндеті болып табылады.

Тәжірибе көрсеткендей, газ көлік жүйелері нысандарын пайдаланудың басты проблемаларының бірі өтпелі ақаулар болып табылады.

Табиғи газдың ағу нәтижелері келесілер болуы мүмкін: қоршаған ортаны ластау, ғимараттарды және құрылыстарды зақымдау, газ ауа қоспаларының жарылуынан немесе жандануынан адамдардың жарақаттануы және қайтыс болуы, газды тұтынушыларға жеткізбеу және айыппұл санкциялары.

Магистралдық газ құбырларын тиімді және қауіпсіз пайдалануды қамтамасыз ету үшін ағуды уақытылы анықтау, жою және табиғи газды жоғалту шамасын анықтау міндеттерін шешу қажет.

«КазТрансГаз» бас директорының 2015 жылғы 25 тамыздағы №209 бұйрығына сәйкес «Газ және газбен жабдықтау саласындағы 100 қадам» стратегиялық жоспары бекітілген болады, ондағы 57 қадамда «Газдың кетуін төмендетуге арналған жаңа технологияларды қолдану» болып табылады, сондай-ақ, Қ.И. Сатпаев атындағы Қазақ Ұлттық Зерттеу Техникалық Университетіне 2016 жылғы 27 маусымда жіберілген №0662-1567 ресми хатымен, «КазТрансГаз» АҚ газды сороды тоқтатусыз микросаңылаулар және өтпелі саңылаулар арқылы газдың кетуін жою бойынша жаңа технологияларды әзірлеу туралы өтінішпен жүгінді, газбен жабдықтау жүйелерінің басты міндеттерінің бірі жаңа техникалық құралдарды әзірлеуде және енгізуде қажеттілік болып табылады, ол құбыр жолдары жүйесінің қызмет ету мерзімін созуға және газды тұтынушыға дейін үздіксіз жеткізуді қамтамасыз етуге мүмкіндік береді, ол диссертациялық жұмыстардың осы тақырыптары өзектілігін растайды.

Диссертациялық жұмыс мақсаты.

Жұмыстың мақсаты газды сороды тоқтатусыз магистралды газ құбырларын құбыр ішінде жөндеуге арналған құрылғыларды әзірлеу болып табылады.

Осы зерттеу аясында келесі міндеттер қойылған және шешілген болатын:

- газ құбырларында газдың ағуын жою саласында теорияның, тәжірибенің, патенттік материалдардың уақытылы жағдайына талдау жасау;
- ұзақ пайдаланылатын магистралдық газ құбырларының техникалық жағдайына әсер ететін негізгі факторларға талдауды орындау;
- жер асты газ құбырларынан газ ағуын модельдеу мақсатымен табиғи газдың тұжыру үдерістеріне эксперименталды зерттеуді орындау және көлемді түрлерінің детандерінің көмегімен стационарлық емес жағдайда олардың шамасын анықтау;
- газды сороды тоқтатусыз магистралды газ құбырларын құбыр ішінде жөндеуге арналған құрылғыларды әзірлеу;
- газды тасымалдауды тоқтатусыз газ құбырларын құбыр ішілік жөндеу әдістерін қолданудың экономикалық тиімділігіне талдау жүргізу.

Міндеттерді шешу әдістері.

Қойылған міндеттерді шешу теориялық, эксперименталды және сандық зерттеулерді өткізу, бағдарламалық қамтамасыз ету көмегімен нәтижелерін талдау, қолданылған әдістердің экономикалық тиімділігін талдау арқылы жүзеге асырылады.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы:

- газ құбырларынан газдың ағуын модельдеу үшін газдинамикалық параметрлерді реттеудің пропорционалды-интегралды заңына негізделген математикалық модельдерді қолдануға негізделген;
- стационарлық емес жағдайда газдың ағу көлемін анықтау үшін қолданылатын газ құбырларының ішіндегі және сыртындағы ақаулар түзілген орындарда қысымнан газдың ағу шамасына тәуелділік алынды;
- газды ағуын тоқтатусыз магистралды газ құбырларын құбыр ішілік жөндеуге арналған құрылғы әзірледі.

Қорғауға шығарылған ғылыми ережелер:

- стационарлық емес жағдайда газдың ағу көлемін анықтау;
- газды тасымалдауды тоқтатусыз газ құбырларын өтпелі зақымдауды жоюдың тәсілдері және техникалық құралдары.

Зерттеудің теориялық және практикалық мәні:

- стационарлық емес жағдайда газ құбырларынан газдың ағуын модельдеу үшін детандер-генераторлық қондырғыларын қолдану негізделген, оның нәтижесі стационарлық емес жағдайда газдың ағу көлемдерін анықтау үшін қолданылуы мүмкін;
- газды сороды тоқтатусыз газ құбырларында ағуды жоюға арналған әзірленген құрылғыларға ҚР патенті берілді. Осы техникалық құралдарды қолдану жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарына қаржылық шығындарды маңызды түрде қысқартуға және газды тұтынушыға дейін үздіксіз жеткізуді қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Автордың жеке салымы

Зерттеу мақсаттары мен міндеттерін қою; әдебиет көздеріне шолу және талдау; газ құбырларын жөндеу бойынша патенттерді талдау; тұрақтылықтың әр түрлі нұсқаларында реттеудің пропорционалды-интегралды заңын қолдануды есепке алумен газ ағуының математикалық моделі әзірленді; теориялық және эксперименталды зерттеулерді өткізу; алынған нәтижелерді өңдеу және түсіндіру; газ құбырларын құбыр ішінде жөндеуге арналған құрылғыларды әзірлеу.

Жұмысты анықтау

Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері «Шаймардан Есеновтың ғылыми мұрасы» атты Халықаралық Сатпаев оқуларында (Алматы қ., 2017 ж.), «Жоғары технологиялар және ғылымдағы инновациялар» атты халықаралық ғылыми конференцияда (Санкт-Петербург қ., 2018 ж.), «Инновациялық технологиялар – ҚР экономиканың кен және мұнайгаз секторларында фундаменталды және қолданбалы міндеттерін ойдағыдай шешуге арналған кілт» Сатпаев оқуларының Халықаралық конференцияларында (Алматы қ., 2019 ж.), «Ғылым. Зерттеу. Тәжірибе» Халықаралық ғылыми конференцияда (Санкт-

Петербург қ., 2019 ж.), «ДКО мүшелігі: ғылыми зерттеулердің және технологиялардың халықаралық нарығының келешегі» ІҮ Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы (Ванкувер қ., 2019 ж.) баяндалды.

Жариялымдар

Диссертация тақырыбы бойынша 11 ғылыми жұмыс жарияланды, олардың 3 Қазақстан Республикасы Білім және ғылым саласындағы бақылау комитетімен бекітілген басылымда, 2 «Scopus» деректер базасына кіретін ғылыми журналдарда, 5 тезис-баяндамалар халықаралық конференцияларда, 1 ҚР патенті.

Диссертацияның көлемі және құрылымы. Диссертациялық жұмысы компьютерлік мәтіннің 105 парағында берілген, ол кіріспеден, 4 тараудан, қорытындыдан, 97 атау кіретін әдебиет тізімінен тұрады, 50 сурет, 14 кесте және қосымша математикалық есептер түріндегі қосымшалар кіреді.

Жұмыстың негізгі мазмұны

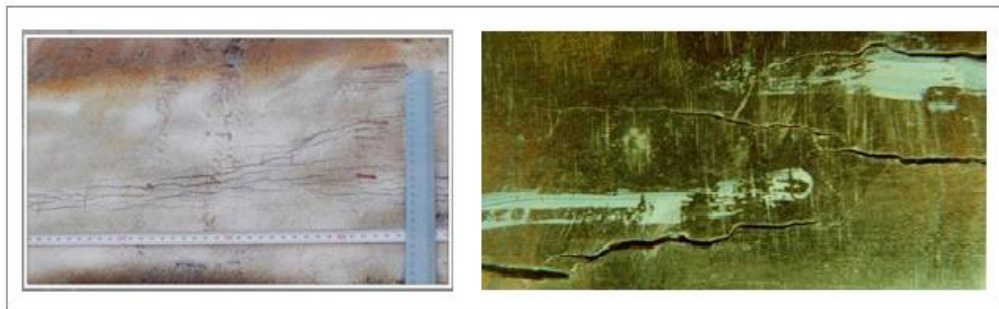
Кіріспеде диссертациялық жұмыс тақырыбының өзектілігі негізделген, зерттеу мақсаттары мен міндеттері қалыптасқан, ғылыми жаңалық және тәжірибелік мәнділігі, ізденушілердің жеке салымы берілген.

Бірінші тарауда отандық және шетел магистралдық газ құбырларында бас тарту туралы статистикалық ақпаратты өңдеу базасында олардың туындауына әсер ететін негізгі факторларға талдау берілген. Есептік деректерде, газ құбырларында апаттық жағдайдың туындауына әсер ететін аса жиі кездесетін көлері таттану, сыртқы әсер, дәнекерлеу жіктерінің ақаулары, табиғи әсері болып табылатын фактісі беріледі.

Құбыр жолдарының саңылауға ұқсас ақауларына ерекше көңіл бөлінген. Бұл, қосылған кездегі микросаңылаулар аса ірі саңылауларға айналатындығымен түсіндіріледі, ол тез өсетін магистралды саңылауларды түзеді. Магистралды саңылаулар макроскопиялық деңгейде материалдарды бұзуға әкеледі. Осыған байланысты жүктемемен жер асты газ құбырларының қызмет ету мерзімі біршама қысқарады. Микро саңылаулардың туындауына және дамуына топырақтың химиялық құрамы әсер етеді, онда созылмалы кернеудің әсерімен саңылаудың өсу көздері түзіледі, ол кернеумен таттанып жарылуы деп аталады. Жер асты магистралды құбыр жолдары бұзылуының осындай түрі қауіпті болып табылады, өйткені пайдалану үдерісі көзге көрінбейтін бұзушылықтар бар, бірақ, саңылау сыни көлеміне дейін жеткен сәтке дейін, оның артынан газ құбырларының апаттық жарылуына әкелуі мүмкін.

Осындай бұзу үдерістерінің салдары Қазақстанда газ құбырларында апат болып табылады. «Интергаз Орталық Азия» АҚ тиесілі бұзылған газ құбырларынан бас тарту және апаттың техникалық тергеудің кернеумен таттанған жарылу белгілерінің болуына талданған актілері, бұзылудың негізгі жерлерінде апатты даму үдерісінде ашылған нәзік саңылаулар анықталған болатын. Нәзік құрамдас саңылаулардың тереңдігі және ұзындығы – құбыр қабырғасының шамамен жартысы және 180 мм астам. Есептер, магистралды газ құбырларының зерттелген бұзылуын дамуы осы саңылаудың болуына әкелгендігін көрсетті. Осындай көрсетілімдердің негізінде, Қазақстандағы

көптеген газ құбырлары кернеумен таттанған шытынауына растайтындығы анықталған болатын (1 сурет).



1 сурет – Газ құбырында кернеумен таттанған шытынауының пайда болуы

Қолданыстағы проблеманы шешу үшін үш негізгі тәсіл берілген. Бірінші тәсіл газ құбырларының ағымдағы жағдайына уақытылы инспекциялауды өткізуде, зақымдарды сәйкестендіруде және тіркеуде болады. Екінші тәсіл – газ құбырларында ағу жерлерінің нақты алгоритмін құру. Үшінші тәсіл – саңылауға ұқсас ақауларымен газ құбырларын сенімді пайдалануды бағалау.

Екінші тарауда стационарлық емес жағдайда газ құбырларынан газдың ағуын модельдеу үшін көлемді түрдегі детандерді қолдану берілген және жер асты құбыр жолдарынан табиғи газды ағу шамасын анықтау әдістемесін ұсынатын болады.

Бағдарламалық тәсілдер үздіксіз бақылауды жүргізуге, шынайы уақытта ағудың орналасқан жерін, сондай-ақ, құбыр жолдарынан газды жоғалту шамасын анықтауға мүмкіндік береді. Олар статистикалық деректерді қолданумен құбыр жолдары бойынша газ ағуының алдын ала математикалық модельдеу арқылы алынған есептіктен ағу параметрлерінің SCADA-жүйесінің көмегімен алынған ауытқуларды талдайтын жүйелерді қолдану ұсынылады.

Орналасқан жерін және газды жоғалту шамасын анықтау нақтылығы модель құрамында қолданылатын теңдеулерді қарапайымдату дәрежесіне байланысты. Аса танымал алгоритмдік әдістер газ қозғалысын қарапайым теңдеуінің өз құрамында қолданады, ол олардың сандық шешімдерінің жылдамдығын ұлғайтуға мүмкіндік береді, бірақ, есептік нақтылыққа, әсіресе, стационарлық емес жағдайда айтылған. Құбыр жолында газ қозғалысының жалпы теңдеуін қолданатын динамикалық модельдерді қолдану және оларды топыраққа таралуы кезінде фильтрациялау газды жоғалту көлемдері мен кету орындарын есептеу нақтылығын жоғарлатуға болады.

Алайда, кез-келген математикалық модельдерді әзірлеудің маңызды кезеңдерінің бірі эксперименталды деректер негізінде оларды бейімдеу болып табылады. Осы тарауда табиғи газдардың ағу көлемдерін анықтау үшін қолданыстағы тәуелділіктер мен модельдерді бейімдеу үшін эксперименттердің нәтижесі ұсынылды.

Тәжірибелі деректерді алу үшін эксперименталды қондырғы қолданылған болатын, ол ағудың стационарлық емес режимдерімен құбыр жолдарынан газды

ағу модельдеуге, сондай-ақ, көлемді детандердің көмегімен олардың шамасын анықтауға мүмкіндік береді. Оның негізінде құбыр жолдарының ішінен және сыртынан қысымның екі диапазоны үшін толық факторлық эксперименттері өткізілетін болады.

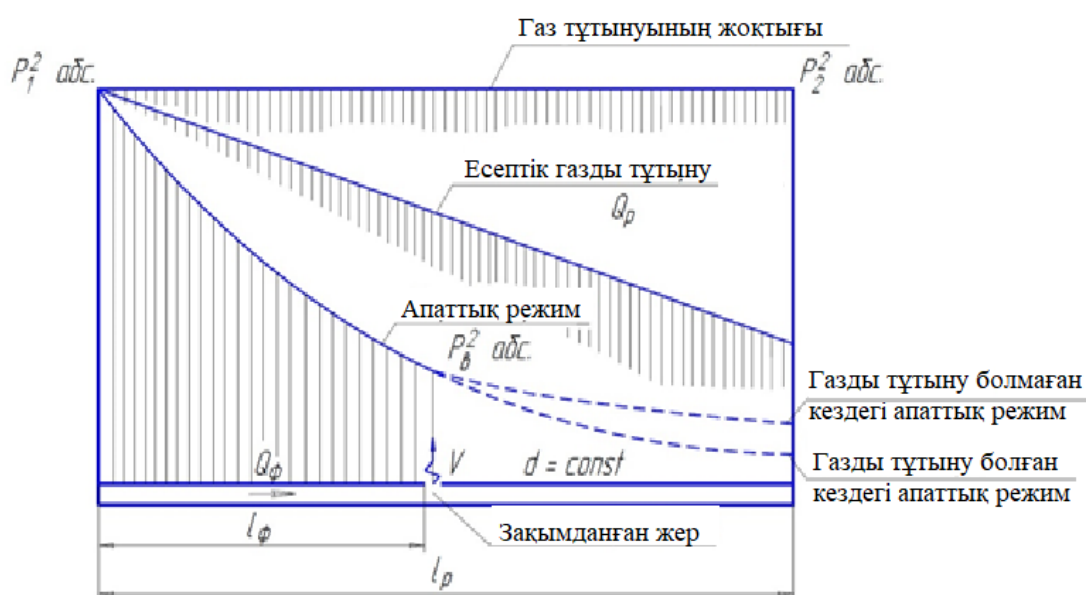
Деректерді жинау, көзбен шолу және экспорт SCADA Trace Mode бағдарлама негізінде өткізілді, деректерді қайта түзу Matlab R2017a жүзеге асырылды, регрессиялық талдау MS Excel көмегімен өткізілетін болады.

Алынған тәуелсіздіктерді одан әрі қайта түзу Wolfram Mathematica 10.0 компьютерлік алгебра бағдарламасының негізінде өткізілді.

Табиғи газдың ағу көлемдерін анықтаудың аса танымал әдістері салмақты немесе көлемді сақтау заңына ($V_y = Q_\phi$) және олардың мысалы теңдеудің келесі жүйелерін шешу болып табылатын газ құбырлары ұзындығы бойынша қысымды өлшеу формуласына (2 сурет) негізделген алгоритмдік болып табылады:

$$\begin{cases} p_B^2 = p_1^2 - 1,11 \cdot 10^{-3} \left(\frac{0,01}{d} + 2,9 \cdot 10^{-2} \frac{d}{Q_\phi} \right)^{0,25} \frac{Q_\phi^2}{d^5} l_\phi, \\ V_y = 1090 \cdot f \cdot p_B \end{cases}$$

онда p_1 және p_B – газ құбыры учаскелерінің бастында газдың абсолюттік қысымы және аққан жерінде, МПа; d – құбыр жолдарындағы ішкі диаметрі, см; Q_y – ағу жеріне түсетін газдың коммерциялық шығындары, м³/ч; l_ϕ – учаске басынан ағу жеріне дейін құбыр жолдарының ұзындығы, м; f – зақымдау саңылауының алаңы, см²; 1090 – қолданылатын шаманы өткізуді есепке алумен сандық коэффициенті, ортада дыбысты тарату жылдамдығы және саңылаудың қиылысы бойынша газдың жылдамдығын тарату теңдігінің коэффициенті.

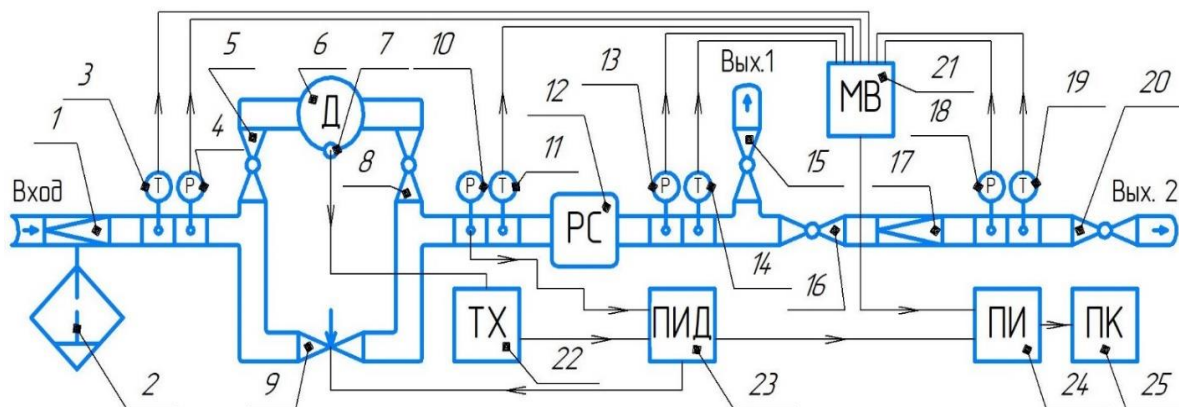


2 сурет – Апат болған кезде газ құбырларының ұзындығы бойынша қысымның өзгеруі

Осы жұмыстың мақсаты құбыр жолының ішінде және оның артындағы ортада қысымнан газды жоғалту шамасының тәуелділігін алу болып табылады.

Эксперименталды деректер өз негізінде көлемді түрдегі реттеуші детандері бар қондырғы базасында алынатын болады.

3 суретте көп функционалды эксперименталды қондырғының толық кестесі ұсынылған.



3 сурет – Эксперименталды қондырғы кестесі

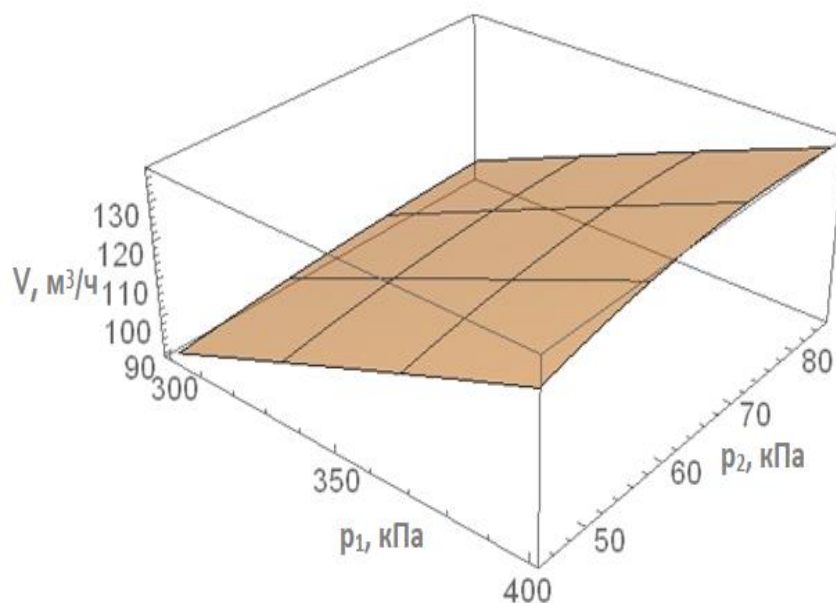
Қысымның екі диапазоны үшін өзара әрекет ету әсерін есепке алумен үш деңгейлі факторлар үшін толық екі факторлық эксперименттер өткізілген болатын (1 кесте). Фильтрациялау жағдайында табиғи газ 100 кПа аспайтын қысыммен болғандықтан, құбыр жолынан басқа ортада қысым диапазоны 45 – дан 125 кПа-ға дейін таңдалады. Құбыр жолының ішінде ағу орнында қысым диапазоны p_1 – қондырғының техникалық шектеулерінен алынады.

1 кесте – Эксперимент факторларының деңгейі

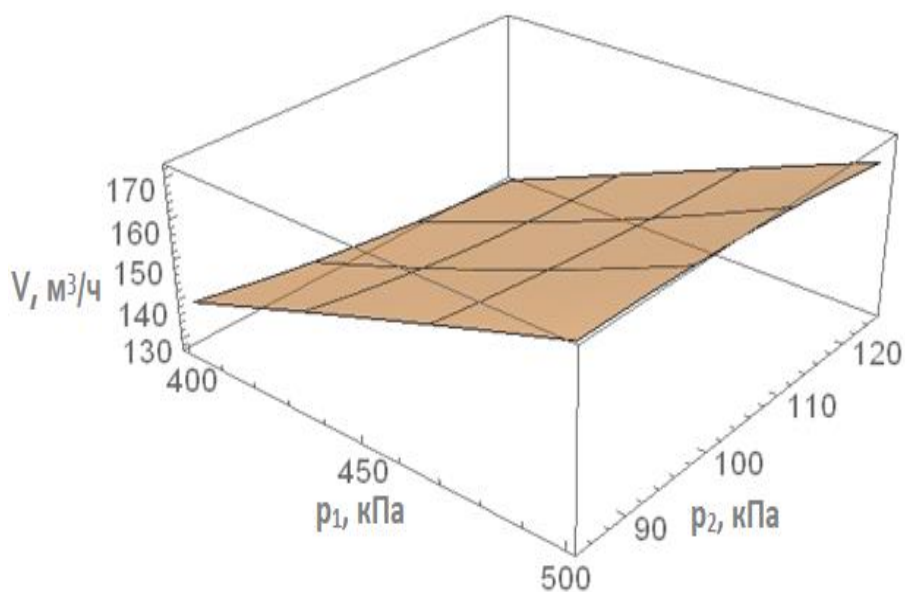
Фактор	факторлар деңгейі	
	1	2
p_1 , кПа	300	400
	350	450
	400	500
p_2 , кПа	45	85
	65	105
	85	125

Алынған деректерді өңдеу және өткізу нәтижелері ағу орындарында құбыр жолдарының ішіндегі және сыртындағы қысымнан детандер роторының айналу жиілігіне байланысты $\omega^3(p_1, p_2)$, оның негізінде көлемді кеңейтілген

машиналарың негізгі параметрлерін есептеудің алдын ала әзірленген әдістері көмегімен газды жоғалту шамасына байланысты алынады $V(p_1, p_2)$, оларды көзбен елестету 4,5 суреттерде ұсынылған.



4 сурет – Қысымның алғашқы диапазоны үшін сыртқы ортада және құбыр жолдарынан ағу орындарында қысымнан сағаттық ағудың келтірілген көлеміне тәуелсіздігін көзбен көру



5 сурет – Қысымның екінші диапазоны үшін сыртқы ортада және құбыр жолдарынан ағу орындарында қысымнан сағаттық ағудың келтірілген көлеміне тәуелсіздігін көзбен көру

Жоғарыда ұсынылған тәуелсіздік келесі теңдеулерге сәйкес t белгілі уақытында стационарлық емес жағдайда ағу шамасын анықтау үшін қолданылуы мүмкін онда p_1^t және p_2^t – құбыр жолы ішінде және t ; t_1 және t_2 уақыттан газды фильтрациялау ортасында қысымды өзгерту функциясы - өлшемнің басы мен соңы уақытының сәттері.

Эксперименталды қондырғының көмегімен жер асты құбыр жолдарынан газдың ағуын модельдеу өткізілетін болады. Тәжірибелі деректер негізінде газ құбыры ішінде және оның сыртқы ортасында екі диапазон үшін ағу жерлерінің қысынан ағу шамасына тәуелділік алынатын болады, тәуелділіктер стационарлық жағдайда газдың ағу көлемін анықтау үшін қолданылатын болады.

Үшінші тарауда газдың ағуын тоқтатусыз газ құбырларын зақымдауды құбыр ішінде жөндеудің техникалық құралдары мен тәсілдеріне патенттік шолу өткізілді. Газ қысымымен газ құбырларының өтпелі ақауларын жою бойынша құбыр ішілік құрылғы әзірленді.

Апатсыз жұмыс және магистралды құбыр жолдары қызметінің мерзімін созу негізінен сапалы және уақытылы өткізілген жөндеуге байланысты.

Саланың жөндеу –құрылыс өндірісінің материалдық және техникалық ресурстарын оңтайлы жоспарлау және ұтымды пайдалануда маңызды мәні бар.

Сандық және сапалы талдау көрсеткендей, жөндеудің маңызды жүйесі, магистралды газ құбырларының желілік бөлігіне күрделі жөндеу тиімділігі жөндеу-құрылыс өндірісінің техникасы, технологиясы, ұйымдастыруы және басқаруы бойынша оңтайландырылған міндеттерін кешенді қарастыру есебінен ғана қолжетімді болуы мүмкін.

Магистралды газ құбырларын салуда да, сондай-ақ, күрделі жөндеуде де жұмыстардың үлкен көлемін ойдағыдай орындау олардың жоғары қарқынын қамтамасыз ететін жұмыстарды ұйымдастыру және аса ұтымды технологияларын енгізусіз мүмкін емес. Қолданыстағы техникаларды есепке алумен жөндеу жұмыстарын өндірудің аса тиімді технологиялық кестелерін таңдау өте маңызды.

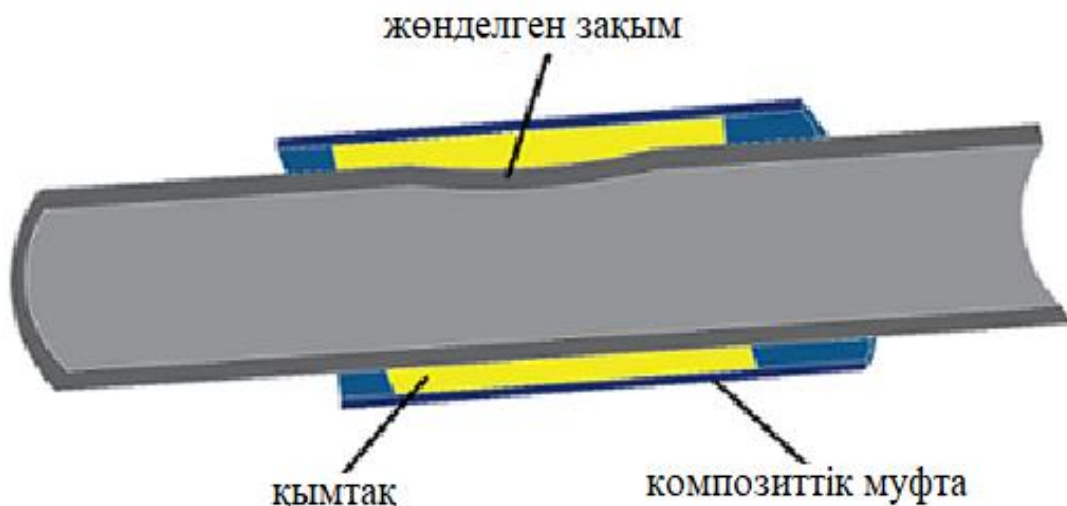
Ең алдымен, газ құбырларын жөндеудің маңызды әдістеріне талдау өткізу ұсынылады.

Қазіргі кезде, газ көлік компаниялары газды тасымалдауды тоқтатусыз газ құбырларына жөндеуді жиі өткізеді.

Соруды тоқтатусыз газ құбырларында өтпелі ақауларды жоюдың екі тәсілі бар: сыртқы және құбыр ішілік.

Сыртқы тәсілге ақаулы учаскелерді кесумен, композиттік-муфталық технологиялармен, қамыттармен, қысқыштармен, дәнекерлеу төсемелерді салумен газ құбырларын жөндеу технологияларына жатқызуға болады.

Қолданыстағы газ құбырларын композиттік муфталармен жөндеу тәсіліне муфтаның екі болат бөліктерін орнату кіреді, олардың диаметрі зақымдалған учаске толығымен ұсталатындай етіп қосылған жөнделетін құбырлардың диаметрінен көбірек болады. Газ құбыры мен муфта арасындағы алынған сақиналық саңылау композиттік материалмен толтырылады (6 сурет).



6 сурет - Композиттік муфта

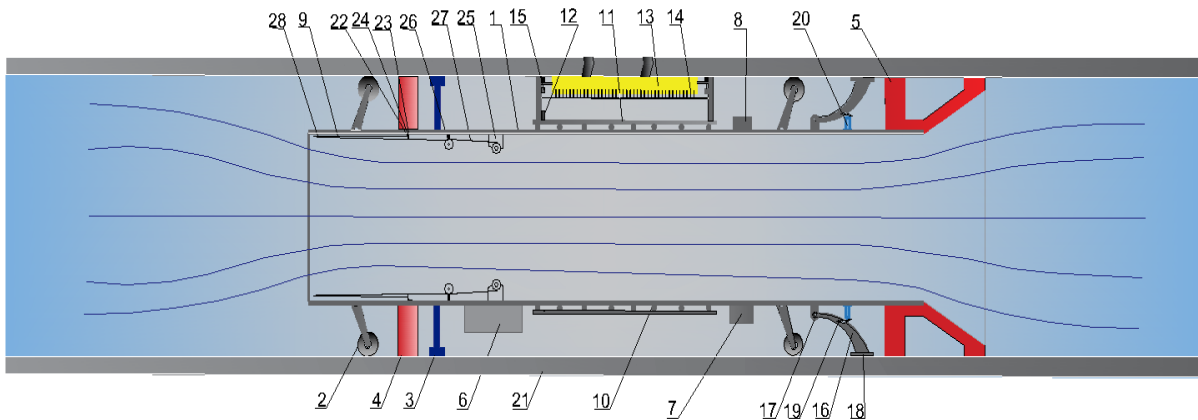
Өнімді тоқтаусыз сорумен газ құбырларында өтпелі зақымдауларды жою бойынша құрылғының сыртында аса қарапайым конструкциясы бар, бірақ, ол траншеяны қазуды талап етеді, ол жөндеу жұмыстарын өткізу және қаржыландыру уақытын ұлғайтады.

Бүгінгі күні аса қызығушылықты қолданыстағы газ құбырларында өтпелі ақауларды жоюдың құбыр ішілік тәсілдері ұсынады.

Осындайлардың біреуіне құбыр жолдардың зақымданған учаскелерін жөндеу және инспекциялау, ауыстыру құралдары кіретін роботталған кешенін ұсынатын өнертабыс жатады. Құбыр жолдарындағы жылжымалы құрылғы ағыс бағыты бойынша кешеннің алдында және артында орналасқан екі тороидальды иілімді элементтер есебінен жүзеге асырылады. Құбыр жолдары қабырғасын зақымдау орындарына қол жеткізу кезінде құрылғылардың иілімді элементтерін итеру саласын оқшаулайды, ол сыртқы шекарасы жағынан зақымдалған, жөнделетін учаскеде орналасады, ал ағым құрылғы көмегімен түзілген уақытша құбыр жолдары арқылы өтеді.

Осы құрылғының кемшіліктері екі жұмыс аймағын пайдалану болып табылады: сұйықтық және газ, ол конструкцияны қиындатады, сонымен қатар, үрлемелі иілімді элементтерді қолдану құрылғының беріктігін біршама төмендетеді, өйткені магистралдық газ құбырларының ішкі бетіндегі түзілетін кедір-бұдырлар ұзақ пайдаланған кезде олардың механикалық зақымдануына әкелуі мүмкін.

Газды сороды тоқтатусыз құбыр жолдарының тұтастығын бұзу аймағында ақаулы учаскелеріндегі жөндеу жұмыстарын орындауды қамтамасыз ететін газ құбырларының құбырышілік жөндеуіне арналған сенімді құрылғы әзірленді (7 сурет).



7 сурет – Ашық жапырақты механизмдерімен құрылғылардың жалпы түрі
 1-корпус, 2-доңғалақтар, 3- ағуды анықтау детекторы, 4-манжет, 5-раструб, 6-аккумулятор, 7-генератор, 8-процессор, 9- жапырақты механизмдердің жапқышы, 10-мойынтіректер, 11-цилиндр, 12-электр қозғалтқышы, 13-барабан, 14-форсункалар, 15-қысқыш құрылғы, 16-штанга, 17,22-шарнирлік құрылымдар, 18-тежегіш қалыптар, 19-тірек, 20-домкрат, 21-магистралды газ құбыры, 23-бұрыш, 24-серіппе, 25-редуктормен қозғалтқыш, 26-блок, 27-тросс, 28-жапқыш құлақшасы

Герметизациялау құралы, ағуды анықтау детекторы, жөндеу жұмыстарының торабы, аккумулятор және басқару құралдары кіретін газ құбырларын құбыршілік жөндеуге арналған құрылғы пайдалы моделіне сәйкес серіппелі тірек доңғалақтарымен цилиндрлік корпусы бар, герметизациялау құралы шеткі бөлігінде кең қонышы мен құрылғының алдыңғы бөлігінде манжет түрінде орындалады, жөндеу жұмыстарының торабы электр қозғалтқышпен жабдықталған және корпусстың сыртында орналасқан серіппелі құрылғымен барабан түрінде жасалған, барабан мойынтіректе орналасқан цилиндрге бекітілген, жөндеу жұмыстарының торабы барабан бетіндегі герметизацияланған материалды беру форсункаларымен жабдықталған, корпусстың ішінде оның алдыңғы бөлігінде редуктормен қосылған қозғалыс жылдамдығын реттеудің жапырақтық механизмі орналасқан, сонымен қатар, құрылғы генератормен, процессормен, тежегіш механизммен жабдықталған.

Құрылғы тазалау снарядтардың іске-қосу-қабылдау камерасында қосылады және құбыр жолдары қабырғасында манжеттің байланыс қысымын төмендетуге мүмкіндік беретін серіппелі доңғалақтарда қолданыстағы газ құбырлары ішінде қозғалады, ол серпусіз құрылғылардың аса тең қозғалысына әкеледі. Газдың гидравликалық қысымының әсерінен құрылғы алдын ала анықталған орынға магистралды газ құбырының ішінде қозғалады. Құрылғының орналасқан жері ағу детекторының көмегімен анықталады. Құрылғы қозғалысының жылдамдығы жапырақтық механизмдерімен реттеледі. Жапырақтық механизмдерді ашқан кезде газ ағымы үшін дәліз құрылады, газ ағысына құрылғының газдинамикалық кедергісі жойылады, құрылғы қозғалысының жылдамдығы ақырындайды және осылайша құрылғы газды тасымалдаудың жұмыс режимі үшін маңызды қосымша кедергі жасамайды.

Құрылғының орналасқан жері ағуды анықтау детекторының көмегімен түзетіледі. Құрылғы зақымдану аймағында орын алады. Форсунка құралдары бойынша барабан бетінде процессорды басқарумен ағу датчигі жұмыс істеген кезде герметика қабаты салынады, барабан газ құбырының ішкі бетіне жылжиды және полимерлік қабат дөңгелек бағытында жасалады. Герметизацияны өткізгеннен кейін барабан бастапқы қалпына келеді. Құрылғы салынған қабатты толық полимеризациялауға дейін орнында қалады. Жөндеу жұмыстары аяқталғаннан кейін, құрылғы тежегіш құрылғыны сөндіреді, жапырақтық механизмді жабады және құбыр жолымен қозғалысты бастайды. Одан әрі құрылғы құбыр жолынан бөлінеді.

Ұсынылатын құрылғы қаржылық шығындарды азайтады, жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарының уақытын қысқартады, еңбек сыйымдылығын төмендетеді және тұтынушыға дейін газды үздіксіз жеткізуді қамтамасыз етеді.

Төртінші тарауда газ құбырларының құбыр ішілік жөндеуге қолданылатын әдістердің экономикалық тиімділігіне талдау жүргізілген.

Нормативтерге сәйкес, егер кернеу астында таттанған шатынуы саңылауларының тереңдігі газ құбыры қабырғасы қалыңдығының 50%-нан көбірек болса, онда ақау оның ұзындығына қарамай қолжетімсізге жатады, ол оны міндетті түрде жоюды талап етеді. жеке ақаулы құбыр, егер кернеу астында таттанған шатынауы ақауларының сомалық ақаулы құбыры құбыр ұзындығынан 30%-ға асса, онда толық немесе ішінара ауыстыруға жатады.

Құбырларды ауыстыру құбыр жолдары учаскесіндегі газдан толығымен босатумен және сөндірумен жүргізіледі, ол үлкен қаржы шығындарды талап етеді. Ұйымдастыру-экономикалық жоспарда проблеманың күрделілігі жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарының үлкен көлемінде болады:

- жергілікті жерде газ құбырларының ақаулы учаскелерін табу, тараптық ұйымдардың коммуникациялары орналасқан жерлерін анықтау;
- жіберу жолақтарында құнарлы қабатты алып тастау;
- ақау орналасқан жерінде шурфті экскавациялау, оқшаулауды және ақауды сәйкестендіруді алып тастау;
- магистралды газ жолдары учаскелерін жөндеуге дайындау;
- жөндеу жұмыстарын жүргізу;
- рекультивация.

Магистралды газ құбырларын шурфовкалау бойынша әрбір технологиялық операцияларды орындау кезінде арнайы техниканың мәжбүрлі тұрып қалуының маңызды мөлшерінің және персоналмен өз кезегін күтудің орны бар, ол жөндеу жұмыстарының салыстырмалы құнынан асады.

Осы күрделі жағдаймен жалғыз экономикалық ұтымды шығысы алдыңғы технологияларды игеру және табиғи газды сороды тоқтатусыз жөндеу құралдары мен стандартты емес принципіалды жаңа әдістерді іздеу болып табылады.

Осындай әдістердің бірі арнайы құрылғылардың магистралды құбыр жолдары учаскелеріне құбырышілік жөндеу болып табылады, оларды ауыстыру желілік бөлігі бойынша құбырышілік дефектоскоптық және тазалау қырғыштарға ұқсас ішкі қысымның түрлілігі әрекетімен жүзеге асырылады.

Осы құрылғыны қолданудың экономикалық әсері Өзбекстан және Түрікменстан аймағымен табиғи газды тасымалдауды қамтамасыз етуге арналған «Қазақстан-Қытай» магистралды газ құбырларының 3-ші жібiнiң мысалына талдау жүргізілген болатын, сондай-ақ, Қазақстанның оңтүстік өңірінде тұтыну үшін «Бейнеу-Бозой-Шымкент» МГ қазақстандық газымен беру және ҚХР экспорттау кіреді (8 сурет).



8 сурет – «Қазақстан-Қытай» магистралды газқұбырының картасы

Газ құбыры жеткілікті мөлшерде тазалау құрылғыларының іске қосу-қабылдау түйіндеріне құбыршілік жөндеу бойынша құрылғыларды пайдалану үшін орналасқан.

Үнемдеу, сороды және жер жұмыстарын тоқтатуды талап ететін жөндеу әдістерімен салыстырғанда, орта сомалық шығындар түрінде анықталады:

- 1) ақаулық учаскелерді ауыстыру бойынша жұмыстарға;
- 2) тірек және үрленбелі газға;
- 3) газды жеткізбеуге.

Магистралды газ құбырларын құбыршілік құрылғылармен жөндеу сороды тоқтату және атмосфераға газды жіберу қажеттілігінсіз ақаулық учаскелерді жою мүмкіндігінің арқасында алдыңғы болып табылады.

Құбыр ішілік жөндеуге шығындар біршама азырақ, ол жөндеудің осы әдістерін қолданудың экономикалық тиімділігі туралы айтады.

Осы тақырып бойынша одан әрі әзірлеу құрылғыны пайдаланумен байланысты ұйымдастыру-техникалық іс-шараларды нақтылау бағытында жүргізілетін болады.

Диссертациялық зерттеулер нәтижелері бойынша қысқаша қорытындылар.

Диссертациялық жұмыста газ құбырынан табиғи газдың ағуын жою тәсілдеріне талдау орындалады. Жер асты құбырларынан ағуды модельдеу

мақсатымен және көлемді түрдегі детандердің көмегімен стационарлық жағдайда олардың шамасын анықтау мақсатымен газды тұжыру үдерістеріне эксперименталды зерттеу орындалды. Газды сороды тоқтатусыз магистралды газ құбырларына құбыршілік жөндеу үшін құрылғыға Қазақстан Республикасының патенті алынды. Сондай-ақ, қойылған міндеттерге сәйкес келесілер орындалады:

1. Қазақстанның ұзақ пайдаланатын магистралды газ құбырларының техникалық жағдайына әсер ететін негізгі факторлар анықталған.

2. Математикалық модельді іске асыруды есепке алумен зерттеу нәтижелері негізінде жер асты газ құбырларында ағатын жерлердің алгоритмі әзірленді. Газды фильтрациялаудың стационарлық емес үдерістерінің екі фазасы үшін газ шыққан жерлердің шекаралары анықталды.

3. Мүмкін-детермирленген модельдер негізінде бас тартусыз жұмыс мүмкіндіктерін есепке алу арқылы магистралды газ құбырларының қауіпсіздігін бағалау алгоритмі орындалды.

4. Стационарлық және стационарлық емес жағдайда газ құбырларынан газды жіберуді модельдеуге арналған детандерлік құрылғыларды қолдануға негізделген.

5. Тұрақтандырудың әр түрлі нұсқаларында реттеудің пропорционалды-интегралды заңын қолдануды есепке алумен ақаулы газ құбырларынан газ кетуінің математикалық моделі әзірленді.

6. Ағудың стационарлық емес режимімен құбыр жолдарынан газдың ағуы модельденген.

7. Газ құбыры ішінде және стационарлық емес жағдайда газдың ағуы көлемдерін анықтау үшін қолданылатын екі диапазоны үшін оның сыртында ағу орындарында қысыммен ағу шамасына тәуелділік алынды.

8. Газды ағуын тоқтатусыз жоғары қысымның газ құбырларына микросаңылауларында және өтпелі саңылауларынан газдың ағуын жою үшін құбыршілік құрылғы әзірленді.

9. «Қазақстан-Қытай» магистралды газ құбырларының үшінші жіптері мысалында газды сороды тоқтатусыз газ құбырларын жөндеудің құбыршілік тәсілдерін қолдану тиімділігіне техникалық-экономикалық талдау орындалды.