

АҢДАТПА

Имансакипова Нургуль Бекетовнаның

6D070800 – «Мұнай-газ ісі» мамандығы бойынша

философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған диссертациясы

Мұнай құбырының трасса профилі бойымен гидравликалық күштер тиімділігін төмендету

Әлемдегі мұнайдың 50% - дан астамы, ал Қазақстанда теңіз құраушысы жоқ аумақта 80% - дан астамы магистральдық құбырлар арқылы тасымалданады, олардың ерекшелігі үлкен ұзындығында болып табылады. Магистралдық құбыр қажетті тасымалдау жағдайларын қамтамасыз ету үшін дәйекті алмасып тұратын, әртүрлі технологиялық элементтердің функционалды түрде бірыңғай жүйеге біріктірілген бірлестігі болып табылады.

Құбырдағы тасымалданатын мұнайдың тығыздығы мен жылдамдығы маңызды болғандықтан, мұнай құбырының диаметрімен және ұзындығымен анықталатын қозғалатын массасы бар сұйықтық ағыны шамамен ондаған мың тоннаға тең үлкен инерцияға ие. Сондықтан құбырды іске қосу және тоқтату, айдау станциясын қосу және өшіру, ысырманы толық немесе ішінара жабу, құбырдың бұзылуы сияқты санкцияланған, апаттық жағдайлар және т. б. технологиялық операциялар ондаған атмосферамен өлшенетін және гидравликалық соққы түрінде көрінетін құбырдағы қысымның күрт өсуі түріндегі гидравликалық жүктемелерге әкелуі мүмкін.

Гидравликалық соққылар кезінде пайда болатын импульс сұйықтық тоқтаған жерден жоғары және төмен ағынмен қысым толқыны түрінде (соққы толқынының жылдамдығы ортадағы дыбыс жылдамдығынан жоғары) жоғары жылдамдықпен таралады. Қысымның күрт артуы жабдықты істен шығаруы, құбырды бұзуы және қоршаған ортаға ауыр экологиялық зардаптармен төтенше жағдайға әкелуі мүмкін. Гидравликалық жүктемелердің көрінісіне және олардың қарқындылығына, құбырдың өткізу қабілетінің төмендеуіне әсер ететін тасымалдау жүйесінің жұмыс тәртібінің техникалық өзгеруіне байланысты ішкі себептермен қатар, мұнай құбыры және қоршаған орта температурасы төселген жер бедері сияқты сыртқы факторлар үлкен рөл атқарады.

Қоршаған орта температурасының өзгеруімен мұнай құбырының ішкі қабырғаларында, әсіресе ауыр мұнайды айдау кезінде парафиннің көп мөлшері жиналады.

Төбелерде немесе ойыстарда орналасқан мұнай құбырының иілу нүктелерінде газ-ауа жиналымдары пайда болады.

Қазақстанның магистральдық мұнай құбырларының көпшілігі жер бедерінің біртексіздігі жағдайында салынған. Осыған байланысты, газ-ауа жиналымдарының пайда болу процесін және олардың тасымалдау тиімділігіне әсерін зерттеу ерекше ғылыми және практикалық қызығушылық тудырады.

Орнықпаған сұйықтық ағымының классикалық теориясы магистральдық мұнай құбырларындағы өтпелі процестерді есептеуде келмейді. Себебі классикалық теорияда сұйықтықта фазалық ауысулардың болмауы туралы жиі тұжырымдалмайтын бір шектеу бар. Бұл ешқандай жағдайда сұйықтық бу-газ фазасына, тіпті қысым қаныққан будың икемділігіне дейін төмендеген кезде де өтпейді. Сонымен қатар, құбырда сирету толқындары мен трассаның рельефтік біртексіздігі таралған кезде бұл жағдай құбырдың көптеген қималарында және, ең алдымен, оның бейінінің шыңдарында бұзылады.

Қабатты емес, толығымен газ-ауа жиналымдарын алып тастауы, газ жиналымдарымен біртексіз анықталған жоғары жиілікті және төмен жиілікті қысым лүпілінің болуы сияқты эксперименталды түрде анықталған фактілерге түсініктеме жоқ, сол үшін газ-ауа жиналымының пайда болу және тұрақтылық себептері мен шарттары түсіндіріледі.

Осылайша, газ-ауа жиналымдарының пайда болу процестерінің зерттелу жағдайын және олардың мұнай құбырындағы гидравликалық жүктемелерге әсерін талдау осы құбылыстардан туындаған проблемаларды шешудің жаңа тәсілдерінің қажеттілігін көрсетеді.

Құбырлардағы реалды сұйықтықтың тұрақсыз ағымына арналған көптеген отандық және шетелдік жұмыстарға сәйкес математикалық модельдеу стационарлық емес процестерді зерттеудің негізгі әдісі болып табылады.

Сонымен қатар, белгілі математикалық модельдер өз мүмкіндіктерімен шектелген, өйткені олар осы жағдайларда сұйықтықтың ағу тәртібіне әсер етудің барлық факторларын толық көрсетпейді, ал бұл осындай күрделі өзара байланысты жүйелердің өту процестерінің әртүрлі аспектілерін зерттеуге мүмкіндік бермейді. Осыған байланысты жұмыста инновациялық математикалық модель ұсынылады.

Магистральдық мұнай құбырын пайдалану қауіпсіздігін және жұмысының тұрақтылығын қамтамасыз ету барлық қолданыстағы тасымалдау жүйелерінің негізгі міндеті болып табылады. Мәселені шешудің сәтті және тиімді әдістерінің бірі - олардың болжамына сүйене отырып, дағдарыстық жағдайлардың алдын-алу үшін, басқарушылық шешімдер қабылдау үшін тәуекел факторлары мен олардың деңгейін талдау мен бағалауға негізделген әдістер. Негізінен, барлық белгілі әдістер жобалау кезеңінде де, жұмыс кезінде де тәуекел деңгейін талдауға бағытталған. Сонымен қатар, олар мұнай құбыры жүйелерінің жұмысын қиындататын және жоғары қарқындылықтағы гидравликалық жүктемелер жағдайында, магистральдық мұнай құбырының жұмысы процесінде көрінетін бірқатар ескерілмеген немесе болжануы қиын факторлардың тәуекелдерін бағалауға мүмкіндік бермейді.

Қазіргі уақытта магистральдық мұнай құбырларының технологиялық жабдықтарын жоғары қысым толқындарынан қорғау үшін әртүрлі жүйелер, әдістер мен құрылғылар бар: гидравликалық жүктемелерден қорғау үшін төмен қысымды құбыр жүйелерінде кеңінен қолданылатын теңестіруші

сұйыққоймасы; қысымның жоғары жиілікті тербелістерін төмен амплитудасы бар төмен жиілікті тербелістерге айналдыру арқылы әртүрлі қысым толқындарын тегістеуге мүмкіндік беретін ауа қақпағы; реттеуші жапқыштар арқылы ағынды дроссельдеп, қысым толқындарын тегістейтін реттеу жүйесі және т.б. Гидравликалық жүктемелермен күресудің бірқатар артықшылықтарына қарамастан, олар жоғары қарқындылық пен ұзақтықтың қысым толқындарын тегістеу кезінде көрінетін бірқатар маңызды кемшіліктерге ие, ал бұны мұнай тасымалының тиімділігін арттыру үшін жою қажет.

Осылайша, мәселенің қазіргі жай-күйін талдау үлкен ғылыми және практикалық маңызы бар трасса профилі бойынша магистральдық мұнай құбырындағы гидравликалық жүктемелердің әсерін төмендетуге бағытталған ғылыми зерттеулер жүргізудің өзектілігі мен қажеттілігі туралы мынадай қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Тақырыпты әзірлеу үшін негіз және бастапқы деректер

Диссертация тақырыбын әзірлеу үшін гидравликалық жүктемелерді азайтудың әмбебап әдістерінің және білім берудің физикалық моделін құру үшін ғылыми негіздердің, газ-ауа жиналымдарының тұрақтылығының, рельефті құбырдағы тасымалданатын сұйықтық тығыздығының өзгеруінің болмауы негіз болып табылады.

Зерттеу тақырыбын әзірлеу үшін бастапқы деректер ретінде Каспий құбыр консорциумының (КҚК) магистральдық мұнай құбырының пайдалану деректері таңдалды.

Тақырып бойынша осы ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу қажеттілігінің негіздемесі

Техногендік шығу тегінің гидравликалық жүктемелерін төмендету негізінде магистральдық мұнай құбырын пайдалану жұмысының тұрақтылығын, өнеркәсіптік және экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету. Бұл диссертация тақырыбы бойынша ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу қажеттілігін және қойылған міндеттерді шешуді анықтайды.

Өндеудің жоспарланып отырған ғылыми-техникалық деңгейі туралы мәліметтер

Жоғары ғылыми-техникалық деңгей және практикалық маңыздылық трасса профилі бойынша магистральдық мұнай құбырындағы гидравликалық жүктемелерді төмендету үшін және қауіпті жағдайлардың алдын алу немесе олардың салдарын азайтуға негізделген басқарушылық шешімдер қабылдау үшін игерудің жоғары тиімділігімен айқындалады. Бұл сұйық және газ механикасы, физикалық химия және молекулалық физика саласындағы заманауи ғылыми жетістіктерді қолдана отырып, пәнаралық тәсіл негізінде қойылған міндеттерді шешудің нәтижесі болды.

Патенттік зерттеулер

Жұмыста патенттік зерттеулер мұнай айдау станциясының жабдықтарын жоғары қысымды толқындардан қорғау бойынша қолданыстағы жүйелерді, әдістер мен құрылғыларды талдау негізінде жүргізілді. Негізгі жүйелер ретінде мыналар қарастырылады: гидравликалық

жүктемелерден қорғау үшін төмен қысымды құбыр жүйелерінде кеңінен қолданылатын теңестіруші сұйыққоймасы; қысымның жоғары жиілікті тербелістерін төмен амплитудасы бар төмен жиілікті тербелістерге айналдыру арқылы әртүрлі қысым толқындарын тегістеуге мүмкіндік беретін ауа қақпағы; реттеуші жапқыштар арқылы ағынды дроссельдеп, қысым толқындарын тегістейтін реттеу жүйесі және т.б.

Патенттік зерттеулер бойынша шыққан қорытындылар

Магистральдық мұнай құбырларының технологиялық жабдығын жоғары қысым толқындарынан қорғау жөніндегі жүйелерді, әдістер мен құрылғыларды патенттік зерттеулермен қамтылған бірқатар артықшылықтарға қарамастан, олардың мұнай тасымалдаудың технологиялық режимдеріне байланысты бірқатар елеулі кемшіліктері бар. Гидравликалық жүктемелерді азайтудың экономикалық тұрғыдан ең тиімді жүйелері қысым толқындарын тегістеу жүйелері болып табылады. Аналог ретінде патенттермен қорғалған үш жүйе таңдалды. Жұмыста ұсынылған қарсы ағындардағы қысым толқындарын тегістеу жүйесі патенттік қабілеттілікті көрсетті және оған патент үшін өтінім ресімделді.

Диссертацияларды метрологиялық қамтамасыз ету туралы мәліметтер

Зертханалық зерттеулер Санкт-Петербург тау-кен университетінің "Мұнай-газды тасымалдау және сақтау" кафедрасының базасында жүргізілді. "Гидравликалық соққы құбылысын зерттеу" стендіндегі зертханалық зерттеулердің нәтижелері дәлдік класы 0,25-0,5 болатын заманауи өлшеу техникасын қолдануымен іске асты. Құрылғылар жыл сайын болатын метрологиялық тексеруден өтеді.

Тақырып өзектілігі

Магистральдық мұнай құбырының жұмысы гидравликалық жүктемелердің көріністеріне және өткізу қабілетінің төмендеуіне әкелетін әртүрлі пайдалану мәселелерімен бірге жүреді. Қысымның күрт артуы жабдықты істен шығаруы, құбырды бұзуы және қоршаған ортаға ауыр экологиялық зардаптармен төтенше жағдайға әкелуі мүмкін. Сондықтан мұнай құбырлары трассасының профилі бойынша гидравликалық жүктемелердің әсерлерін төмендету мәселесін шешу өзекті және практикалық маңызы зор болып табылады.

Диссертация тақырыбының жаңалығы. Алғаш рет рельефті мұнай құбырындағы гидравликалық жүктемелердің төмендеуі тұрақты газ-ауа жиналуының пайда болуы және барометрлік әсерге байланысты ағымдағы сұйықтық тығыздығының өзгеруі жағдайында қарастырылады.

Зерттеудің мақсаттары мен міндеттері, олардың диссертацияны тұтастай орындаудағы орны

Жұмыстың мақсаты қауіпті жағдайлардың пайда болуын болжау және олардың алдын алу бойынша шараларын қабылдау негізінде гидравликалық жүктемелер туындаған кезде магистральдық мұнай құбыры жұмысының тұрақтылығын қамтамасыз ету болып табылады.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесі міндеттер анықталды:

- жоғары қарқындылықтағы гидравликалық жүктемелердің көрінісі жағдайында анықталмаған сұйықтық ағынының математикалық моделін құру;

- рельефті мұнай құбырының шындарында газ-ауа жиналымдарының түзілу және орнықтылық процесіне сұйық-газ-қатты дененің жанасуының беткі және шекаралық әсерлерінің әсер етуінің физикалық моделін жасау;

- математикалық модельдеудің теориялық қорытындылары мен нәтижелерін эксперименттік тексеру;

- магистральдық мұнай құбырындағы қысым толқындарын тегістеудің тиімді жүйесін әзірлеу;

- болжануы қиын тәуекел факторларының деңгейі бойынша магистральдық мұнай құбыры учаскелерін сараптамалық бағалау және саралау әдістемесін әзірлеу.

Зерттеу объектілері Каспий құбыр консорциумының (КҚК) магистральдық мұнай құбыры болып табылады.

Зерттеу пәні магистральдық мұнай құбырындағы әртүрлі қарқындылықтағы гидравликалық жүктемелер болып табылады.

Қорғауға шығарылатын ереже:

- жоғары қарқындылықтағы гидравликалық жүктемелердің көрінісі жағдайында анықталмаған сұйықтық ағынының математикалық моделі;

- сұйық-газ-қатты дене жанасуының беткі және шекаралық әсерлерінің рельефті мұнай құбырының шындарында газ-ауа жиналымдарының түзілу және орнықтылық процесіне әсер етуінің физикалық моделі;

- магистральдық мұнай құбырындағы қысым толқындарын тегістеудің тиімді жүйесі;

- болжануы қиын тәуекел факторларының деңгейі бойынша магистральдық мұнай құбыры учаскелерін сараптамалық бағалау және саралау әдістемесі.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы.

Жұмыстың теориялық маңыздылығы-рельефті мұнай құбырындағы тұрақсыз сұйықтық ағынын модельдеуге инновациялық, ерекше көзқарас және газ-ауа жиналымдарының пайда болуы мен тұрақтылық мәселесін шешу.

Нәтижелердің практикалық маңыздылығы-қауіп факторларын және олардың деңгейін бағалау әдістемесін құру, дағдарыстық жағдайлардың ықтимал көріністерін болжау және олардың алдын-алу бойынша шараларын қабылдау үшін проблемалық жағдай кезінде мұнай құбыры учаскелерін саралау; гидравликалық жүктемелерді азайту негізінде магистральдық мұнай құбыры жұмысының тұрақтылығын қамтамасыз етіп, үлкен перспективасы бар қысым толқындарын тегістеу құрылғысын әзірлеу.

Диссертациялық жұмыстың нәтижелерін апробациялау.

Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері "Ғылымдағы жоғары технологиялар мен инновациялар" атты Халықаралық ғылыми конференциясында (Санкт-Петербург қ., 2018ж.), "Инновациялық технологиялар – ҚР экономикасының кен және мұнай газ секторларындағы

іргелі және қолданбалы міндеттерді табысты шешудің кілті" атты Сәтбаев оқуларының халықаралық конференциясында (Алматы қ., 2019ж.), "Ғылым.Зерттеу.Тәжірибе" атты Халықаралық ғылыми конференциясында (Санкт-Петербург қ., 2019ж.) және "ДСҰ мүшелігі: ғылыми зерттеулер мен халықаралық технологиялар нарығының болашағы " IV Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларында (Ванкувер қ., 2019ж.) баяндалды.

Жарияланымдар.

Зерттеудің негізгі нәтижелері 11 жарияланымда баяндалған, соның ішінде Scopus деректер базасына кіретін журналдарда - 2 мақала, Қазақстан Республикасының білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті бекіткен тізбедегі басылымдарда - 4 мақала, Қазақстан Республикасының білім және ғылым саласындағы бақылау Комитеті бекіткен тізімдегі баптарға теңестірілетін ҚР патенті - 1, халықаралық конференциялардағы баяндама тезистері - 4.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі.

Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытындыдан, 104 аталымнан тұратын пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс 111 беттен тұрады және 40 сурет пен 15 кестені қамтиды.

Диссертацияның қысқаша мазмұны

Кіріспеде мұнай құбырлары трассасының профилі бойынша гидравликалық жүктемелердің әсерін төмендетудің шешілетін ғылыми-техникалық мәселесінің қазіргі жай-күйіне баға беріліп, диссертациялық жұмыс тақырыбының өзектілігі негізделді.

Бірінші бөлімде гидравликалық жүктемелерді төмендетуге бағытталған ғылыми-зерттеу жұмыстарына талдау берілген. Талдау нәтижелері бойынша жұмыстың мақсаты қойылып, оған қол жеткізу міндеттері анықталды.

Магистральдық мұнай құбырындағы гидравликалық жүктемелердің әсерін төмендету мәселесінің қазіргі жай-күйін талдау мынаны көрсетеді:

1. Құбырлардағы сұйықтықтың тұрақты емес ағымының классикалық теориясы және оның тұжырымдарына негізделген математикалық модельдер шектеулі қолдану саласына ие және көп жағдайда рельефті магистральдық мұнай құбырларындағы өтпелі процестерді есептеуге жол бермейді және жетілдіруді қажет етеді;

2. Газ жиналымдарының құбырдың өткізу қабілетіне әсері туралы көптеген зерттеулер магистральдық, кәсіптік құбырлардың технологиялық процестері мен режимдерін зерттеуге арналған. Сонымен қатар, тұрақты газ-ауа жиналымдарының түзілу процестері мен қасиеттеріне тікелей байланысты көптеген мәселелер ашық күйінде қалып отыр. Қабатты емес, толығымен газ-ауа жиналымдарын алып тастауы, газ жиналымдарымен біртекті анықталған жоғары жиілікті және төмен жиілікті қысым лүпілінің болуы сияқты эксперименталды түрде анықталған фактілерге түсініктеме жоқ, сол үшін газ-ауа жиналымының пайда болу және тұрақтылық себептері мен шарттары түсіндіріледі.

3. Қысым толқындарын тегістеуге арналған көптеген танымал технологиялар, әдістер мен техникалық құрылғыларға қарамастан, жаңаларын жасап, барларын жетілдіру үлкен ғылыми және практикалық қызығушылық тудырады

4. Ұзындығы үлкен магистральдық мұнай құбыры дәйекті түрде қосылған технологиялық элементтердің күрделі жүйесін білдіреді, олардың әрқайсысы белгілі бір параметрлерді өзгертеді, сондықтан оның өнеркәсіптік және экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қауіп факторлары мен олардың деңгейін бағалау ерекше тәсілдерді қажет етеді.

Диссертацияның міндеттерін белгілеу.

Гидравликалық жүктемелерді төмендету негізінде магистральдық мұнай құбырларының сенімділігін, орнықтылығын және пайдалану қауіпсіздігін қамтамасыз етуге арналған мәселенің жай-күйін талдау нәтижелерін ескере отырып, жұмыста мынадай міндеттер қойылған:

- жоғары қарқындылықтағы гидравликалық жүктемелердің көрінісі жағдайында анықталмаған сұйықтық ағынының математикалық моделін құру.

- сұйық-газ-қатты дененің беткі және шекаралық әсерлерінің рельефті мұнай құбырының шыңдарындағы газ-ауа жиналуларының түзілу процесіне және тұрақтылығына әсер етуінің физикалық моделін құру;

- теориялық есептеулер мен математикалық модельдеу нәтижелерін эксперименттік тексеру;

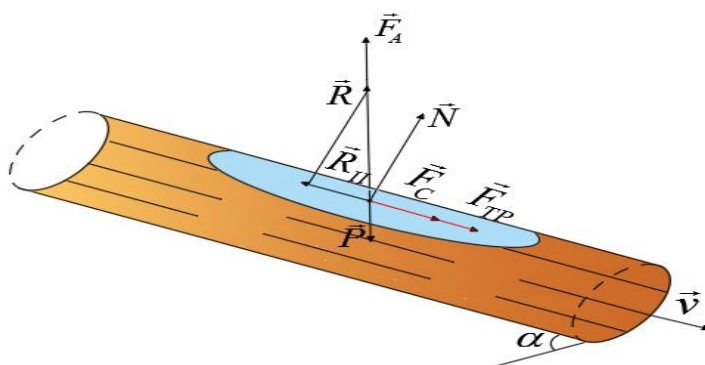
- магистральдық мұнай құбырындағы қысым толқындарын тегістеудің тиімді жүйесін әзірлеу

- болжануы қиын тәуекел факторларының деңгейі бойынша магистральдық мұнай құбыры учаскелерін сараптамалық бағалау және саралау әдістемесін әзірлеу.

Екінші бөлімде сұйықтықтың анықталмаған ағымы мен қалыптасу процестері, рельефті мұнай құбырындағы газ-ауа жиналуының тұрақтылығы туралы теориялық зерттеулер келтірілген.

1. Газ-ауа жиналымдары тұрақтылығының мұнай құбырының көлбеу бұрышына және барлық күштердің тепе-теңдік жағдайларынан ағын ағымының жылдамдығына тәуелділігі анықталды (1-сурет):

$$\vec{F}_C + \vec{F}_{TP} = \vec{R}_{II} \quad (1)$$



1 сурет - Газ-ауа шоғыры бар мұнай құбырының фрагменті

\vec{v} – мұнай ағынының жылдамдығы, α – мұнай құбырының көлбеу бұрышы. \vec{F}_A , \vec{P} , \vec{R} , $\vec{R}_{||}$, \vec{F}_c , \vec{N} , $\vec{F}_{тр}$ ауа шоғырына әсер ететін күштер, сәйкесінше, Архимед күші, салмақ, толық күш, құбырдың осіне алынған күштің проекциясы, Стокс күші, қалыпты қысым, үйкеліс күші.

1-теңдеуден газ шоғыры тепе-теңдік күйінде болатын мұнай құбырының ең аз көлбеу бұрышы, α_{min} мына шартпен анықталатын болады:

$$\sin \alpha_{min} = \frac{2K\sigma_{жг} \sin \theta + CS\eta_{ж} v}{S\rho_{ж} g}. \quad (2)$$

Тиісінше, газ-ауа шоғыры құбыр қабырғасында сақталатын кездегі ағынның минималды жылдамдығы v_{min} :

$$v_{min} = \frac{2K\sigma_{жг} \sin \theta - S\rho_{ж} g \sin \alpha}{CS\eta_{ж}} \quad (3)$$

мұндағы K - үйкеліс коэффициенті, $\sigma_{ж.г.}$ - сұйық-газ беттік керілу коэффициенті; θ - шеткі бұрышы, $\eta_{ж}$ - тұтқырлық, $\rho_{ж}$ – тығыздығы, v - сұйықтық ағымының жылдамдығы.

2. Жоғары қарқындылықтағы гидравликалық жүктемелердің көрінісі жағдайында рельефті мұнай құбырында мұнай тасымалдау режиміне әсер ететін факторлар мен процестер анықталды.

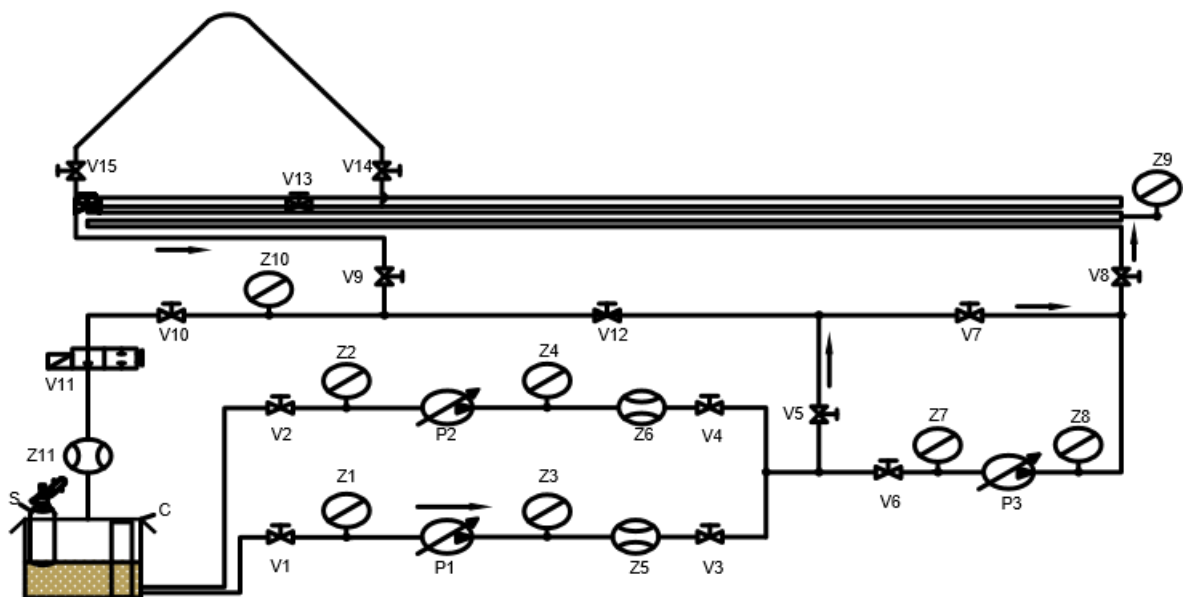
3. Жоғары қарқындылықтағы қысым толқыны түріндегі гидравликалық жүктемелердің көрінісі жағдайында рельефті мұнай құбырындағы сұйықтықтың тұрақты емес ағымының жаңа математикалық моделі жасалды, ал ол өз тиімділігін көрсетті.

4. Барометрлік әсерге байланысты рельефті құбырда тасымалданатын сұйықтықтың тығыздығын төмендету фактісі анықталды.

5. Рельефті мұнай құбырының шыңдарында газ-ауа шоғырларының түзілу және орнықтылық процесіне сұйық-газ-қатты дененің жанасуының беткі және шекаралық әсер етуінің физикалық моделі әзірленді.

Үшінші бөлімде анықталмаған сұйықтық ағынын эксперименттік зерттеу және гидравликалық жүктемелерді төмендету бойынша техникалық шешімдерді әзірлеу келтірілген.

1. Рельефті құбырдағы соққы толқынының жылдамдығы мен амплитудасының ағымдағы сұйықтықтың жылдамдығына, температурасына және газбен қанықтылығына тәуелділігіне эксперименттік зерттеулер жүргізу үшін зертханалық қондырғының проблемалық-бағытталған технологиялық схемасы әзірленді және іске асырылды (2 сурет);



2 сурет - Енгізілген өзгерістерімен зертханалық стендтің гидравликалық схемасы

P1-P3 - динамикалық реттелетін сорғылар; V1-V10, V12-V15 – қолмен басқарылатын кесу қақпақтары; V11 - электр басқару қақпағы; Z1-Z4, Z7-Z10 – аналогтық қысым датчиктері; Z5, Z6, Z11- аналогтық шығын датчиктері, s- сифон, с- қалпақ.

2. Алынған нәтижелер мен салыстырмалы талдау рельефті мұнай құбырының шыңдарындағы газ-ауа шоғырларының қалыптасуы мен тұрақтылығы процестерінің заңдылықтары негізінде құрылған жоғары қарқындылықтағы гидравликалық жүктемелердің көрінісі үшін ұсынылған математикалық модельдің есептеулері, барометрлік әсерге байланысты мұнай тығыздығының өзгеруі эксперименттік деректермен және теориялық тұжырымдармен сәйкес келетіндігін көрсетті.

3. Қарама-қарсы ағындардағы қысым толқындарын тегістеу жүйесі жасалды, ол қауіпті жағдайлардың алдын алу немесе олардың салдарын азайту үшін тасымалдау тәртібін бақылау мен басқарудың барлық қажетті функцияларын орындайды.

4. Жүйе қысым толқындарының амплитудасын берілген алгоритм бойынша жылжитын қақпалар арқылы кіретін-шығатын сұйықтықтың санымен, жылдамдығымен және бағытымен реттеуді қамтамасыз етеді, бұл жүйеге өзін-өзі реттеу тәртібін қоса алғанда, тегістеудің бірнеше тәртіптерінде жұмыс істеуге мүмкіндік береді және МАС (мұнай айдау станциясы) жұмыс аймағына жоғары қысым толқынының өтуіне жол бермеуді қамтамасыз етеді.

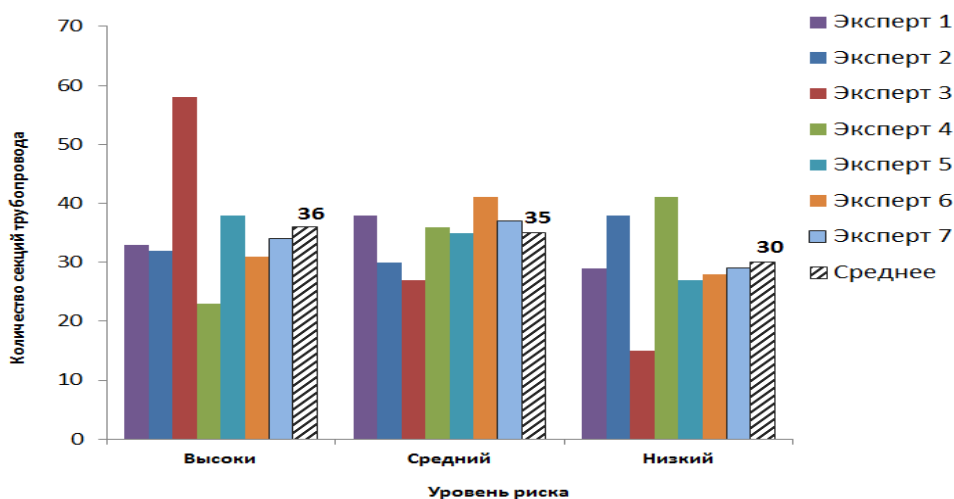
Төртінші бөлімде магистральдық мұнай құбырларын пайдаланудың өнеркәсіптік және экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелері қаралды және экономикалық тиімділікке баға берілді.

ММҚ-ын (магистральды мұнай құбырлары) пайдалану кезінде төтенше жағдайлардың болжану қиын көріністерінің сапалық және сандық тәуекел-талдауының сараптамалық әдістемесі әзірленді. Құбырдың қауіпті

учаскелерін бөлу міндеті ММҚ-ын пайдаланудың әлемдік тәжірибесінде орын алған қауіпті жағдайлар мен авариялардың пайда болуын, дамуын ретроспективті себеп-салдарлық талдау және мұнай құбырларын жобалау, пайдалану, төтенше жағдайлардың алдын алу бойынша жобалау саласындағы мамандардың тәуелсіз сараптамалық қорытындылары негізінде шешілді.

3-суретте мұнай құбыры учаскелері бойынша тәуекел факторларының деңгейін сараптамалық бағалау диаграммасы келтірілген.

Әдістемеге енгізілген қағидаттарға сәйкес тәуекел факторлары "тәуекелдер тығыздығы" үшін баллдарды бөлуді статистикалық талдау негізінде айқындалатын шекаралық квантильдердің 50%, 75% көмегімен, жалпы тәуекелге салымның сапалық және сандық деңгейі негізінде, ММҚ учаскелері бойынша жоғары, орташа және төмен деңгейлерге бөлу арқылы сараланды.



3-сурет - Құбыржол секциялары бойынша тәуекел факторларының деңгейін сараптамалық бағалау нәтижесі

КҚК мысалындағы әдістеме техникалық бақылауды ұйымдастыруға және жүргізуге жұмсалатын шығындарды екі есе азайтуға мүмкіндік береді.

Күтілетін экономикалық тиімділік жоғары қарқындылықтағы гидравликалық жүктемелердің (гидравликалық соққы) көрінуімен байланысты және олардың алдын алу бойынша уақтылы шаралар қабылдауды қамтамасыз ететін дағдарыстық жағдайларды болжаудың сенімділігі мен ұзақ мерзімділігін арттыру әдістері мен құралдарын әзірлеуінің салдары болып табылады. Экономикалық әсердің мөлшері техногендік апаттардың алдын алу жағдайында олардың салдарын жоюға үлкен материалдық шығындарды үнемдеумен анықталады.

Диссертациялық зерттеулердің нәтижелері бойынша қысқаша қорытындылар.

Магистральдық құбыр - бұл қажетті тасымалдау жағдайларын қамтамасыз ету үшін функционалды түрде бірыңғай жүйеге біріктірілген, дәйекті, біртекті технологиялық элементтердің бірлестігі.

Кез-келген элементтің технологиялық параметрінің берілгеннен бақылаусыз ауытқуы гидравликалық жүктемелердің қысымның күрт артуына әкелуі мүмкін, бұл жабдықты істен шығаруы, құбырды бұзуы және қоршаған ортаға ауыр экологиялық салдары бар төтенше жағдайға әкелуі мүмкін. Сондықтан гидравликалық жүктемелердің әсерін азайту мәселесін шешу маңызды және практикалық маңызы зор болып табылады. Диссертациялық жұмыста гидравликалық жүктемелердің әсерін төмендетуді қамтамасыз ететін ғылыми негізделген әдістер мен құралдар жасалды.

Бұл жұмыстың ғылыми жаңалығы мен практикалық маңыздылығын көрсететін келесі негізгі нәтижелерді алуға мүмкіндік берді.

Жоғары қарқындылықтағы гидравликалық жүктемелердің көрінісі жағдайында рельефті мұнай құбырларында мұнай тасымалдау режиміне әсер ететін негізгі факторлар мен процестер анықталды, оларды есепке алу тұрақсыз сұйықтық ағымының жоғары тиімді математикалық моделін құруға мүмкіндік берді. Модельде алғаш рет барометрлік әсер негізінде рельефті құбырдағы тасымалданатын сұйықтық тығыздығының төмендеуі анықталды.

Рельефті мұнай құбырының шыңдарында газ-ауа шоғырының пайда болуы мен тұрақтылығының ерекшеліктері анықталды. Газ - ауа шоғырларының пайда болуы мен тұрақтылығына әсер ететін негізгі факторлар сұйық - газ-қатты жанасудың беткі және шекаралық әсерлері екендігі анықталды. Сұйық - газ - қатты дененің жанасуының беткі және шекаралық әсерлерінің газ-ауа жиналымдарының қалыптасуы мен тұрақтылығына әсер етуінің физикалық моделі жасалды. Газ-ауа жиналымдары тұрақтылығының мұнай құбырының көлбеу бұрышы мен ағын жылдамдығына тәуелділігі анықталды.

Математикалық модель гидравликалық жүктемелердің пайда болу процесіне әсер етудің мүмкін жолдарын және оларды төмендетудің ұтымды әдістерін анықтауға, МАС жабдықтарын қысым толқындарынан қорғаудың оңтайлы және тиімді жүйелерін құруға мүмкіндік береді.

Қарама-қарсы ағындардағы қысым толқындарын тегістеудің дамыған жүйесінің тиімділігі теориялық негізделген және эксперименталды түрде дәлелденген. Жүйе қауіпті жағдайлардың алдын алу немесе олардың салдарын азайту мақсатында тасымалдау тәртәбін бақылау және басқару бойынша барлық қажетті функцияларды орындайды. Жүйе қысым толқындарының амплитудасын берілген алгоритм бойынша жылжитын қақпалар арқылы кіретін-шығатын сұйықтықтың санымен, жылдамдығымен және бағытымен реттеуді қамтамасыз етеді, бұл жүйеге өзін-өзі реттеу тәртібін қоса алғанда, тегістеудің бірнеше тәртіптерінде жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Құбыр рельефінің, газдың қанықтылығының, тасымалданатын сұйықтықтың температурасы мен жылдамдығының соққы толқынының амплитудасы мен таралу жылдамдығына әсерін зерттеу үшін, эксперименттік

деректерді математикалық модельдеу нәтижелерімен және теориялық тұжырымдармен салыстыру үшін зертханалық қондырғының проблемалық-бағытталған технологиялық схемасы жасалып, жүзеге асырылды.

Алынған нәтижелер мен салыстырмалы талдау рельефті мұнай құбырының шыңдарындағы газ-ауа шоғырларының қалыптасуы мен тұрақтылығы, барометрлік әсерге байланысты мұнай тығыздығының өзгеру процестерінің заңдылықтары негізінде құрылған жоғары қарқындылықтағы гидравликалық жүктемелердің көрінісі үшін ұсынылған математикалық модельдің есептері эксперименттік деректермен және теориялық тұжырымдармен сәйкес келетіндігін көрсетті.

Магистральдық мұнай құбырын жобалау, салу және пайдалану кезінде тәуекел факторлары мен олардың деңгейлерін сапалық және сандық сараптамалық бағалау әдістемесі әзірленді. Мұнай құбыры төселген массивтің кернеулі-деформацияланған күйінің кеңістіктік-уақыттық өзгерістерімен анықталатын тәуекел факторының деңгейін бағалаудың сенімділігін арттыру үшін аймақтық аудандастыру нәтижелері қолданылады. Әдістеме төтенше жағдайлардың болжанып отырған көріністерінің тәуекел-талдауын жүргізуге және мұнай құбырының учаскелерін тәуекелдің үш деңгейі: жоғары, орташа және төмен бойынша саралауға мүмкіндік береді.

Міндеттерді шешудің толықтығын бағалау.

Жұмыста қойылған барлық міндеттер толығымен шешілді:

- жоғары қарқындылықтағы гидравликалық жүктемелердің көрінісі жағдайында анықталмаған сұйықтық ағынының математикалық моделі жасалды;

- рельефті мұнай құбырының шыңдарында газ-ауа шоғырларының түзілу және орнықтылық процесіне сұйық-газ-қатты дененің жанасуының үстіңгі және шекаралық әсерлерінің әсер етуінің физикалық моделі жасалды;;

- математикалық модельдеудің теориялық қорытындылары мен нәтижелеріне эксперименттік тексеру жүргізілді ;

- магистральдық мұнай құбырындағы қысым толқындарын тегістеудің тиімді жүйесі жасалды;

- болжануы қиын тәуекел факторларының деңгейі бойынша магистральдық мұнай құбыры учаскелерін сараптамалық бағалау және саралау әдістемесі әзірленді.

Нәтижелерді нақты пайдалану бойынша ұсыныстар мен бастапқы деректер.

Алынған нәтижелерді сұйықтықтарды айдау кезінде әртүрлі тасымалдау құбыр жүйелерінде қолдануға болады.

КҚК магистральдық мұнай құбыры учаскелерін саралау кезінде болжануы қиын тәуекел факторларының деңгейі бойынша магистральдық мұнай құбыры учаскелерін сараптамалық бағалау және саралау әдістемесі пайдаланылды.

Технологияның экономикалық тиімділігін бағалау.

Тәуекелдерді талдауға негізделген әдістеме табиғи және техногендік сипаттағы дағдарыстық жағдайлардың ықтимал көріністерін болжауға

мүмкіндік береді. Осылайша, жұмыста әзірленген тәуекел факторлары мен олардың деңгейлерін сапалық және сандық бағалау әдістемесі, қысым толқындарын тегістеу жүйесі магистральдық мұнай құбырын пайдаланудың өнеркәсіптік және экологиялық қауіпсіздігі деңгейін арттыра отырып, дағдарыстық жағдайлардың пайда болуы мен дамуын болдырмауға мүмкіндік береді. Бұл мүмкін болатын технологиялық апаттарды жоюға және олармен байланысты экологиялық салдарды шешуге үлкен материалдық шығындарды үнемдеуді анықтайды.

Осы саладағы үздік жетістіктермен салыстырғанда орындалған жұмыстың ғылыми деңгейін бағалау.

Қойылған міндеттердің күрделілігі және инновациялық әдістер мен құралдарды әзірлеу ізденушінің құзыреттілігін кеңейте отырып, молекулалық физика және физикалық химия әдістерін пайдалана отырып, оларды шешу үшін пәнаралық тәсілді алдын ала айқындады. Бұл алынған нәтижелердің маңыздылығымен бірге диссертациялық жұмыс заманауи ғылыми-техникалық деңгейге сәйкес келеді деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді, ал бұл автордың тиісті еңбектерінде жарияланумен және әртүрлі деңгейдегі халықаралық конференцияларда нәтижелерді талқылаумен, ҚР патентін алумен расталады.

Диссертация тақырыбы бойынша жарияланған жұмыстардың тізімі:

1. Imansakipova N.B., Irgibaev T.I., Samigullin G.H. System of the oil pumping stations' equipment protection from hydraulic loads // News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of geology and technical sciences, №3(435) May – June 2019, P.128-135, ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print)
2. Спицын А.А., Имансакипова Н.Б., Чернов А.В., Кидирбаев Б.И. Развитие научно-методической базы выявления ослабленных зон на земной поверхности рудных месторождений // Горный журнал России, Москва, 2019, № 9 (2266), С. 63-66, ISSN 0017-2278
3. Имансакипова Н.Б., Иргибоев Т.И. Анализ факторов, влияющих на гидравлические нагрузки нефтепроводов // Вестник КазНИТУ, Алматы, 2018, №2 (126) - С. 242-247, ISSN 1680-9211
4. Кидирбаев Б.И., Какимжанов Е.Х., Имансакипова Н.Б., Косников В.А. Специализированная геоинформационная система управления техногенными рисками при строительстве и эксплуатации наземных и подземных сооружений // Горный журнал Казахстана, Алматы, 2019, №2 - С. 36-41, ISSN 2227-4766
5. Имансакипова Н.Б. Экспертный риск-анализ состояния участков магистрального нефтепровода и их ранжирование по степени проблемности // Горный журнал Казахстана, Алматы, 2019, №10 (174) - С. 37-41, ISSN 2227-4766
6. Имансакипова Н.Б., Иргибоев Т.И. Научно-методические основы оценки влияния поверхностных эффектов на процесс образования и

устойчивости газовоздушных скоплений в магистральных нефтепроводах // Вестник КазННТУ, Алматы, 2019, №3 (135) - С. 315-320, ISSN 1680-9211

7. Байгурын Ж.Д., Спицын А.А., Имансакипова Б.Б., Кожаев Ж.Т., Имансакипова Н.Б Патент на изобретение №33566 «Способ разработки полезных ископаемых в ослабленных зонах месторождений» // КазННТУ, г.Алматы

8. Самигуллин Г.Х., Имансакипова Н.Б. Моделирование волн давления при возникновении гидроудара в нефтепроводе // Международная конференция «Высокие технологии и инновации в науке», Сентябрь 2018, Санкт-Петербург, С.77-82, ISBN 978-5-6041437-4-2

9. Имансакипова Н.Б., Иргисбаев Т.И., Бакешева А.Т. Влияние процессов образования газовоздушных скоплений на эффективность работы нефтепровода // Международная научная конференция «Инновационные технологии –ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК», Алматы, 2019, КазННТУ, С. 427-430, ISBN 978-601-323-145-7

10. Самигуллин Г.Х., Савельев Д.В., Имансакипова Н.Б. Оценка эксплуатационных рисков магистральных нефтепроводов // Международная научная конференция «Наука, исследования, практика», Апрель 2019, Санкт-Петербург, С.123-126, ISBN 978-5-9500836-9-3

11. Имансакипова Н.Б. Математическая модель неустановившегося течения жидкости в рельефном трубопроводе // IV Международная научно - практическая конференция «Членство в ВТО: перспективы научных исследований и международного рынка технологий», 23-25 октября 2019, г. Ванкувер (Канада), С.376-383, ISBN 978-601-7496-26-5