

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Шаукенов Рамазан Кенжебайұлы

Мұнай айдау үрдісін басқару жүйесін жасау

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200—«Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы



ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

Кафедра меңгерушісі

физ.-мат. ғыл. канд.,

қауымдастырылған профессор

Н.У.Алдияров

«16» 05 2022 ж.

Мұнай айдау үрдісін басқару жүйесін жасау

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Орындаған:

Шаукенов Р.К.

Пікір беруші:

АУЭС, профессор,

техника ғылымдарының докторы

Ш.Б.Биттеев

«16» мамыр 2022 ж.



Ғылыми жетекші:

Тех.ғылымдарының

кандидаты

Көшімбаев Ш.К.

«14» мамыр 2022 ж.



Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Автоматтандыру және басқару» кафедрасы

5B070200 - «Автоматтандыру және басқару» мамандығы



ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

Кафедра меңгерушісі

физ.-мат. ғыл. канд.,

қауымдастырылған профессор

Н.У.Алдияров

2022 ж.

**Дипломдық жобаны дайындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Шаукенов Рамазан Кенжебайұлы

Жобаның тақырыбы: Мұнай айдау үрдісін басқару жүйесін жасау.

Университеттің «24» желтоқсан 2021 жылғы ғылыми кеңесінің № 489-П/Ө шешімімен бекітілген.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі «17» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: дипломалды практикасындағы жиналған мәліметтер.

Түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтарының тізімі мен қысқаша диплом жұмысының мазмұны:

а) кіріспе;

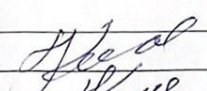
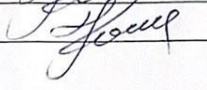
б) технологиялық бөлім, арнайы бөлім; есептік бөлім.

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген): функционалдық сұлба, құрылымдық сұлба

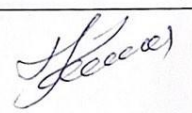
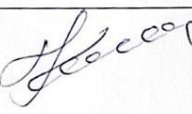
Ұсынылған негізгі әдебиеттер: 1) Системы автоматизации в нефтяной промышленности : учебное пособие / [Прахова М. Ю. и др.] ; под общ. ред. М. Ю. Праховой. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019.

Дипломдық жобаны даярлау

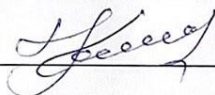
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, қарастырылған сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, Кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	10.01.22 – 18.01.22	
Арнайы бөлім	08.02.22 – 23.02.22	

Аяқталған дипломдық жобаның және оларға
қатысты диплом жобасы бөлімдерінің кеңесшілері мен нормалық
бақылауының қолтаңбалары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Технологиялық бөлім	Көшімбаев Ш.К. техника ғылымының кандидаты	14.05.2022	
Арнайы бөлім	Көшімбаев Ш.К. техника ғылымының кандидаты	14.05.2022	
Нормалық бақылаушы	Н.С.Сарсенбаев техн.ғыл.канд., Ассистент- профессор	16.05.2022	

Ғылыми жетекшісі



Көшімбаев Ш.К.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы



Шаукенов Р.К.

Күні «14» 05 2022 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады: мұнай тасмалдау үрдісінің технологиялық сипаттамасы, магистралды мұнай құбырларының технологиялық есептеулері, мұнай тасмалдау үрдістерінің математикалық моделдері, технологиялық үрдістерді автоматтандыру.

Технологиялық үрдісті сипаттау бөлімінде: магистралды мұнай құбырлары туралы негізгі мәліметтер, магистралды құбырлармен мұнай тасымалдау үрдісінің жалпы технологиялық сұлбасы қарастырылған, магистралды мұнай құбырларын басқарудың сұлбалары және мұнай тасымалдау үрдісінің жалпы сұлбасы көрсетілген.

Математикалық моделдерді сипаттау бөлімінде: таратылған параметрлері бар басқару объектілерінің, сұйықтың құбыр бойымен ағуының математикалық моделдері көрсетілген.

Соңғы бөлім келесідей бөлімдерден тұрады: магистралды мұнай құбырының сипаттамасы, жалпыстанциялық автоматика жүйесі, аралық мұнай айдау станциясының автоматтандыру жүйесі, пропорционалды-интегралды реттегіш, қосалқы жүйелерді автоматтандыру.

АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа включает в себя следующие части: технологического процесса транспортировки нефти, технологический расчет магистральных нефтепроводов, математические модели процессов транспортировки нефти, автоматизация технологических процессов.

В описание технологического процесса рассмотрены основные сведения о магистральных трубопроводах, общая технологическая схема процесса транспортировки нефти по магистральному нефтепроводу, показаны схемы управления магистрального нефтепровода и общая схема процесса перекачки нефти.

В разделе описания математических модели показаны модели объектов управления с распределенными параметрами, математические модели течения жидкости по трубам, математические модели насосной станции и линейного участка, модель потребляемой МН мощности и технологического ограничения.

Последняя часть состоит из разделов: характеристика магистрального нефтепровода, система общестанционной автоматики, система автоматизации линейного участка, системы автоматизации промежуточной нефтеперекачивающей станции, линейного участка и насосных агрегатов, работа регулятора, метод расчета оптимальных параметров пропорционально - интегрального регулятора.

SUMMARY

This thesis work includes the following parts: a diploma of the process of oil transportation, technological calculation of main pipelines, mathematical models transportation, automation of technological processes.

The description of the process the basic information about pipelines, general technological scheme of the process of oil transportation through main oil pipeline, the control circuit shown in the main oil pipeline and the overall scheme of pumping oil.

The next part contains the sections: Basic formulas for calculating the hydraulic piping, hydraulic gradient in the highways and in areas with looping and inserts, pipeline characteristics.

The last part consists of sections: description of the main oil pipeline, the system life of general automation, automation system is a linear plot, the automation system tem of intermediate pumping station, a linear plot and pumping units, the regulator, the method of calculating the optimal parameters of proportional - integral controller.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	10
1 Магистралды құбыр арқылы мұнайды тасымалдаудың технологиялық үдеріс сипаттамасы	11
1.1 Магистралды құбырлар жайлы мәліметтер	11
1.2 Магистралды құбыр арқылы мұнайды тасымалдау үдерісінің жалпы технологиялық сызбасы	12
2 Магистралды мұнай құбырларының технологиялық есебі	16
2.1 Құбыр сипаттамасы, насос және насос станциясының сипаттамасы	18
2.2 Айдалатын мұнайдың шығыс мен тұтқырлығының есептік мағыналары	20
2.3 Мұнай құбырының оптималды параметрлері	20
3 Мұнайды тасымалдау үдерістерінің математикалық модельдері	22
3.1 Таратылған модельдері бар басқару объектілерінің модельдері	22
3.2 Сұйықтықтың құбырлар бойымен ағысының математикалық модельдері	25
3.3 Насос станциясы мен сызықтық телімнің статикалық модельдері	30
3.4 Пайдаланылатын қуат пен технологиялық шектеулер моделі	31
4 Технологиялық үдерістерді автоматтандыру	34
4.1 Автоматтандыру объектісі ретінде магистралды мұнай құбырларының сипаттамасы	34
4.2 Жалпы станциялық автоматика жүйесі	35
4.3 Сызықтық телімді автоматтандыру жүйесі	36
4.4 Аралық мұнай айдайтын станция, сызықтық учаске және насостық агрегаттық автоматтандыру жүйелері	38
4.5 Насос станцияларын автоматтандыру	40
4.6 Электржелілігі мұнай айдайтын агрегаттар жұмысы режимін мұнай айдайтын агрегаттар жұмысы режимін мұнай айдайтын станциялар жұмысы режимін реттеу	41
4.7 Реттегіш жұмыспен	44
4.8 Пропорционалды-тектелалды реттегіштің тимді параметрлерін есептеу әдісі	46
4.9 Көмекші жүйелерді автоматтандыру	57
4.10 Автоматтандыру жүйесінің экологиялық қауіпсіздігі	58
ҚОРЫТЫНДЫ	60
ҚЫСҚАРТУЛАР МЕН ТЕРМИНДЕР ТІЗБЕГІ	61
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	62

КІРІСПЕ

Мұнай кен орындарының басым көпшілігі мұнайды өңдеу немесе сату орындарынан қашық және өнімді жеткізіп беру осы саланың дамуы үшін маңызды. Мұнайды тасымалдаудың ең арзан және экологиялық тұрғыдан қауіпсіз тәсілі болып мұнай құбырлары табылды. Мұндағы мұнай насос станцияларының жасаған қысым айырмашылығы әсерімен 3м/сек дейін жылдамдықпен жылжиды. Оларды трасса бедеріне байланысты 70-150 километр қашықтықта құбыр бойына апат болған жағдайда белгілі угаскелерді жабуға мүмкіндік беретін қақпа клапандары қойылады. Әдеттегідей, құбырлардың ішкі диаметрі 100-1400 миллиметр болады. Оларды температуралық, механикалық және химиялық әсерлерге төтеп бертін жоғары икемді болаттан жасайды. Біртіндеп армирленген пластиктен жасалынған құбырлар сұранысқа ие болуда. Мұндай құбырлар тот басуға төзімді және пайдалану мерзімі шексіз.

Құбырлар арқылы мұнай және мұнай өнімдерін айдау идеясын орыс ғалымы Д. И. Менделеев ұсынған. Ол құрылыстың негізгі принциптерін түсіндіріп, осы тасымал түрінің пайдалы екеніне дәлелдер келтірген.

Тақырыптың өзектілігі: Мұнай құбырларының үш түрі болады. Кен орындық құбырлар ұңғымаларды осы жердегі түрлі объектілермен жалғастырады. Кенаралық құбырлар бір кенорыннан екіншісіне, магистральды мұнай құбырына немесе шалғайдағы мұнай қазатын кешеннің аумағынан тыс орналасқан кәсіпорын объектісіне апарады. Магистралды мұнай құбырлары (ММ) мұнай тасымалдаудың ең арзан және жоғары деңгейлі қауіпсіз түрі болып табылады. Олар 530дан1440мм дейінгі құбыр диаметрімен, 50 км-ден кем емес ұзындығы және жоғары өткізгіштік мүмкіндігімен сипатталады.

Жобаның мақсаты: Құбырда мұнай тасымалдауды қамтамасыз ету үшін жеткілікті қысымды жасап және ұстап тұру үшін мұнай айдау станциялары қажет

Тапсырмалары мен міндеттері: магистралды мұнай құбырының сипаттамасы, жалпыстанциялық автоматика жүйесі, аралық мұнай айдау станциясының автоматтандыру жүйесі, пропорционалды-интегралды реттегіш, қосалқы жүйелерді автоматтандыру. Қысым мен шығынның күрт өзгеруіне, эксплуатациялық шығындарды толық сараптау қажеттілігін, техникалық жүйенің ағымдағы жағдайын бақылау және оның жұмысын болжауды түсіндіреді.

Осы кезде аралық насос станциялары бар магистралды мұнай құбырлары арқылы мұнай тасымалының технологиялық үдерісінің стохастикалық модельдерін негіздеу және талдау қажеттілігі туындайды.

1 Магистралды мұнай құбыры арқылы мұнай тасымалдау технологиялық процесінің сипаттамасы

1.1 Магистралды құбырлар жайлы негізгі мәліметтер

Сызықтық бөлігінің түріне қарай құбырлар бөлінеді:

- магистралды, олар бірсызықты жәй болуы мүмкін (бастапқы құрылымнан бастап соңғы газ тарату стансасына дейін бірдей диаметрде) және телескопиялық (трасса бойына түрлі диаметрдегі құбырлар), сонымен қатар көпсызықты, негізгі сызыққа параллель түрінде екінші және үшінші және басқа да сызықтар тартылған;

- шеңберлі, іріқалалар маңында тартылады, газбен (мұнай өнімдерімен) қамтамасыз етудің сенімділігін арттыру және газды бірдей мөлшерде жеткізу үшін.

Магистралды деп бойымен мұнай, мұнай өнімдері, табиғи немесе жасанды газды (газ түрінде немесе сұйытылған қалыпта), су, кен орынынан, өңдеу, алынатын жерден бастап (құбырдың бастапқы нүктесінен) тұтыну орнына (соңғы нүкте) деген пайдаланылатын құбырларды айтады.

Тасымалданатын өнім түріне байланысты құбырлар мақсатын анықтайтын, тарлау атауға ие болады: газ құбыры, мұнай құбыры, мұнай өнімі құбыры конденсат құбыры, су құбыры және т. б.

Құбырдың бастапқы және соңғы нүктесі әдетте тасымалданатын өнімді алудың негізгі көздерімен оны тұтынушылары шоғырланған жерлерде орналасады.

Мұнай құбыры–мұнаймен қоса мұнай өнімдерін айдайға арналған құбыр. Айдалатын мұнай өнімінің түріне қарай құбырды бензин құбыры, керосин құбыры және т. б. деп атайды.

Өзінің қызметіне қарай мұнай құбырлары 3 топқа бөлінеді:

- ішкі құбырлары (кен орындары ішілік, зауытшілік және т. б.);
- кенорындарында, мұнай өңдеу зауыттарында және мұнай базаларында түрлі объектілермен құрылғыларды байланыстырады;

- жергілікті ішкі құбырларға қарағанда ұзындығы артықтау (бірнеше ондаған км дейін) және мұнай кен орындарын немесе мұнай өңдеу зауыттарын магистралды мұнай құбырының негізгі станциясымен, болмаса темір жолдағы құю пунктері мен құйылмалы кемелермен байланыстырады;

- магистралды – үлкен ұзындықпен (1000 км және одан да көп) ерекшеленеді, сол себепті мұнай (мұнай өнімдерін) айдауды трассада орналасқан бір немесе бірнеше насос станциялары үздіксіз атқарады (қысқы мерзімді тоқтаулар кездейсоқ штатта болады немесе жөндеу жұмыстарына байланысты).

1.2 Магистралды құбыр арқылы мұнайды тасымалдау үдерісінің жалпы технологиялық сызбасы

Магистралды мұнай құбыры (ММК) құрамына трассасында мұнай айдайтын стансалары орналасқан, үлкен диаметрлі құбыры кіретін бір тұтас гидравликалық жүйе. Мұнай мұнай құбыры «'насосан насосқа'» технологиялық сызба бойынша жұмыс жасайды. Магистралды мұнай құбыры арқылы мұнайды тасымалдау немесе біртіндеп айдаудың технологиялық процесі. Резервуалар паркіндегі (РП) жабдықтар, сызықтық учаскелердегі мұнай айдау станциялары және электр қуатын мұнайдың қалыпты қозғалысына айналдыруға арналған құбырлардың сатылы әрекеттері деп түсінеміз. Бұл жерде белгілі мерзімде қойылған сапасы бар мұнайды соңғы нүктеге жеткізу пайдалы өнім болып табылады.

Аяқталған технологиялық циклды мұнайды мұнай құбыры арқылы тасымалдау процесі бөлшектік процестерден тұрады: бір көлем мұнайды қабылдап, оны әрі қарай резервуар паркінде сақтау;

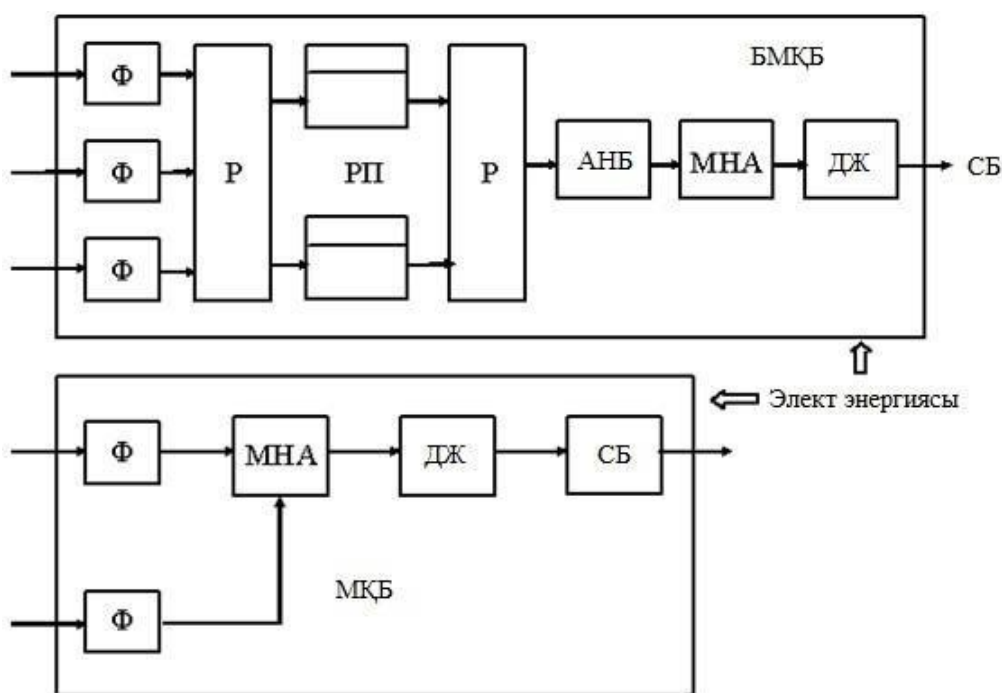
Жаңа көлемдегі мұнайды дайындап оны мұнай құбыры айдап құю белгіленген сападағы мұнай көлемдерінің аралық шегін бақылап қайта айдау. Магистралды мұнай құбыры дегеніміз бірнеше жүйеге бөлінген жергілікті диспетчерлік пункттың автоматикалық құралдар кешені бар технологиялық объект. Бұл жүйелерді орталықтандырылған бақылауды жүзеге асыратын және келесі технологиялық жабдықты қамтитын жалпы станутиялық автоматқа жүйесі біріктіреді «бастапқы мұнай айдайтын станция (БМАС), аралық мұнай айдайтын станция (АМАС); магистралды насос станциясы (МНС); магистралды насос агрегаттары (МНА), күшейткіш сорғы станциясы (КСС); күшейткіш сорғы агрегаттары (КСА); көмекші жүйе (КЖ); қысымды реттеу жүйесі (ҚРЖ); электрмен жабдықтау жүйесі (ЭЖ); катодты қорғаныс жүйесі (КҚЖ); резервуар паркы (РП); мұнайды есепке алу тарабы (ЕТ); қырғышты қосу-қабылдап алу құрылғысы (ҚҚҚҚ); сызықтық учаскенің бақылаудағы пунктерді (БП). Мұнайды айдау үдерісінің технологиялық сызбасы 1.1-суретте көрсетілген.

Мұнайды айдаудың технологиялық сызбасына сәйкес мұнай механикалық қалдықтардан жиналатын Ф арқылы 3 құбырмен беріледі. Сосын бұл ағым Р арқылы бөлгіш клапан көмегімен резервуар паркіне және күшейткіш сорғы станциясына (КСС) бөлінеді. Бұл жерде резервуар паркі жұмысының 4 режимі болуы мүмкін. 1ші режим - «Транзит» резервуарлар мұнай ағымына қосылмайды. 2ші - «қосымша ыдыспен» негізгі ағынға қоса резервуар (болмаса резервуар тобы) қосылады. 3ші - «ыдыс арқылы» (мұнай резервуарға немесе резервуарлар топтамасына) құйылады, ал кері қарай мұнай осы резервуардан (резервуарлар тобынан) алынады. 4ші режим - мұнайды бір резервуарға (резервуарлар тобына) - айдап құйып, кері қарай басқа резервуардан (резервуарлар тобынан) айдау арқылы жүзеге асырылады.

Резервуар паркінің шығу нүктесіндегі нақты қысым магистралды сорғы агрегатының жұмыс жасауы үшін жеткіліксіз кіру нүктесіндегі 5 атм. төмен

қысым кезінде 10-30 секунд шамасында орталық аймақта сорғының бөліктерін істен шығаратын, кавитауцияға ұласатын құбылыстар пайда болады. Сол себепті магистралды сорғы агрегатына баратын мұнай легі күшейткіш сорғы станциясы арқылы жіберіледі.

Бір магистралды сорғы агрегатының өнімділігі 10000 м³/сағ мағынасына, ал оның жасаған қысымы 20атм дейін жетеді. Сондықтан мұнай айдау станциясы бірнеше магистралды сорғы агрегатының қосылуы құбырды жарып жібермейтіндей артық қысымның пайда болуына әкеп соқтырады. Бұл жағдайда құбыр ішінде дросселді көлегейлеу дискісі түріндегі артық қысымды ыдырату құрылғысы ойластырылған.



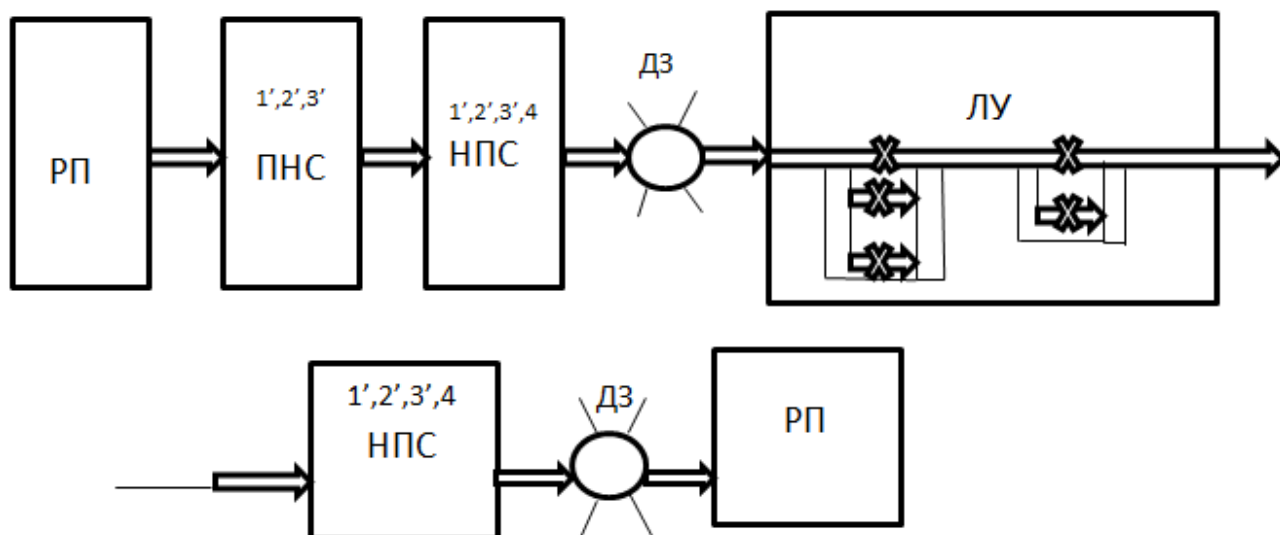
Ф – фильтр (сүзгі), Р – распределитель (таратушы), РП – резервуар паркі, НПС – мұнай айдау станциясы (МАС), ГНПС – бастапқы мұнай айдау станциясы (БМАС), ПНС – күшейткіш сорғы станциясы (КСС), МНА – магистралды сорғы агрегат (МСА), ДЗ (дросселді көлегейлеу дискісі) – ДКД; ЛУ – сызықты учаске (СУ).

1.1 Сурет – Мұнай тасымалдау бекетінің принципіалдық сұлбасы

Дросселді көлегейлеу дискісінен кейін мұнай ағыны диаметрі 150-1200мм болатын, бойында бөлгіш клапандары мен лупингілері бар (негізгі құбырға параллель орналасқан, және апаттық қауіпі жоғары аумақта қолданылады) ұзын (200км-ге дейін) құбыр түріндегі сызықтық учаскіге бағытталады. Осындай бөлігін клапандары арқылы сызықтық учаскенің (СУ) пішінінің өзгертуге және оның кейбір бөліктерін жауып (ажыратып) тастауға болады, мысалы, қырғышты қосуға (өткізу) үшін.

Магистралды мұнай құбыры арқылы мұнайды айдау үшін электр қуатының пайдаланатынын айту керек. 1.1-суретте оның негізгі ағындары қосарланған бағыттармен көрсетілген.

Жалпы жағдайда 1.2-суретте магистралды мұнай құбырының аяқталған технологиялық циклы бойыншы мұнайды кезендеп айдау сызбасы көрсетілген.



1.2 Сурет – МН мұнайды жүйелі айдау схемасы

Бұл жерде күшейткіш сорғы стансасының құрамына 3күшейткіш сорғы агрегаты, ал аралық мұнай айдайтын станция құрамына төрт магистралды сорғы агрегаттары кіретіні көрсетілген.

Технологиялық процесс негізінде магистралды мұнай құбырының автоматтандыру жүйесі құрылған(жалпыстанциялық автомоика, сорғы агрегатының автомоикасы, қосалқы жүйелер автомоикасы және т. б.).

Мұнай тасымалы технологиялық процесінің моделі мұнайдың өзара байланысты жеткізу көлемі мен айдау көлемімен, аяқталған технологиялық циклы бар магистралды мұнай құбырына сәйкес бірнеше тәуелсіз модельдерге жіктеледі. Жалпы ағында мұндай моделдерді РП, МАС және СУ-дың үш дербес моделі ретінде көрсетіп, олардың қысым байланысы жеңілдеуі арқылы байланысын көрсетеді.

ММҚ басқару нысаны ретінде қайта жасақталатын құрылым және өзгеретін параметрлері бар күрделі жүйе секілді. ММҚ басқару үшін өз құрамына келесі деңгейлерді кіріктіретін дәстүрлі басқару жүйесі қалыптасқан.

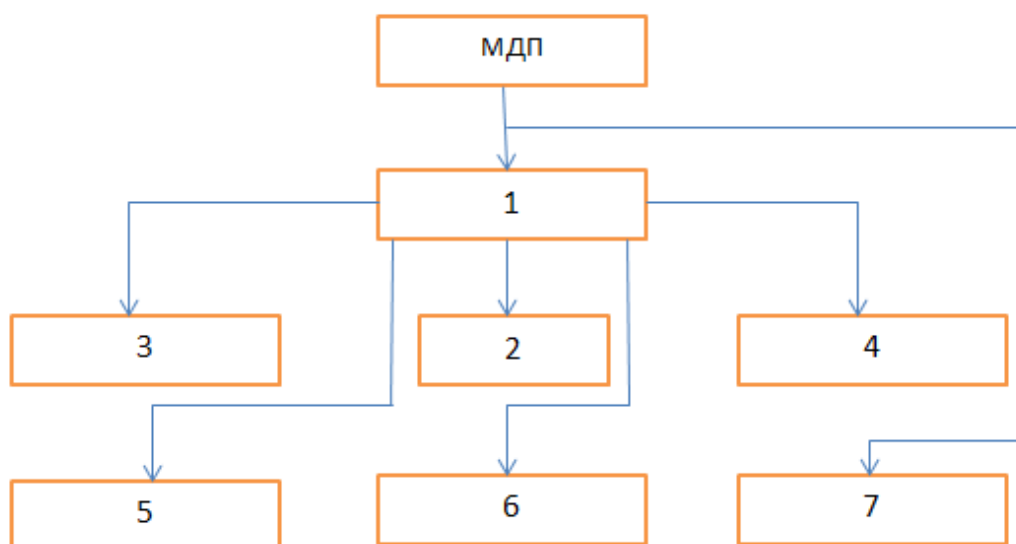
1)құрамына сорғы агрегаттарын, дроссельді тартынақтар, көмекші жүйелерді алдыңғы мұнайдың араласуын реттегіштерді, есепке алу тораптарын және т. б. басқару жүйелері кіретін агрегаттар құрылғыларды басқару деңгейі. Мұнай тасымалының технологиялық процесінің жабдықты қайта қосуға және реттегіш орнатуға берілетін бұйрықтар белгіленеді.

Резервуар паркінен шығатын нүктедегі мұнай сапасының көрсеткіштері, мұнай айдайтын стансалар, күшейткіш сорғы станциясымен жасалатын ММҚ ның белгіленген нүктелеріндегі мұнай, қысымның жұмсалуды ауыспалы басқарушылар болып табылады;

2) жергілікті диспетчерлік пункт (ЖДП) деңгейі: бұл деңгейде күшейткіш сорғы стансасындағы процестерді қоса алғанда, магистралды мұнай айдау стансасындағы, сызықты учаскеде (су) және аралық резервуарлардағы (Р); мұнай сапасын бақылау (СБ) торабындағы және бастапқы мұнай айдау стансасындағы резервуар паркіндегі үдерістерді басқару мәселері шешімін табады;

3) аудандық диспетчерлік пункт деңгейі (АДБ) бұл жерде режимді ұстап тұру, бір режимнен екінші режимге ауысу, мұнай құбырын іске қосып, тоқтату, мұнай көлемінің өтуін бақылау, қырғышты қосып, жұмысын қадағалау, резервуар паркіндегі мұнай көлемін есептеу, ММҚ бойынша баланс секілді аяқталған технологиялық циклі бар ММҚ мен мұнайды айдау режимін басқару мәселелері шешемін табады.

ММҚн басқарудың бірінші және екінші деңгейлеріне басқару құралдары мен жүйелер кешенін 1.3-суретіндегі сызба түрінде көрсетуге болады.



1.3 Сурет – Магистралды мұнай құбырын басқару сызбасы

- 1 – бастапқы мұнай айдау станциясын автоматтандыру жүйесі (БМАС);
- 2 – автоматты басқару;
- 3 – жалпы станциялық автоматика;
- 4 – сорғы агрегаттық автоматикасы;
- 5 – технологиялық жабдық жұмысының және тұрмыстық жағдайды сақтауға арналған қосымша жүйелер автоматикасы;
- 6 – сызықтық телемеханика жүйесі, қадағаланатын пункттер (СУ, СКЗ);
- 7 – резервуар паркілері, есептеу тораптары, тасымалдағыш сапасын есептеу автоматикасының жүйесі және т. б.

2 Магистралды мұнай құбырларының технологиялық есебі.

Мұнай құбырының технологиялық есебіне келесі негізгі мәселелерді шешу жатады:

- экономика тұрғысынан пайдалы параметрлерді анықтау(құбыр диаметрін, мұнай айдау станцияларындағы қысымын, құбыр қабырғасының қалыңдығы және мұнай айдау станцияларының санын);
- мұнай құбыры трассасындағы станциялар орналасуын анықтау;
- мұнай құбырын пайдалану режимін есептеу.

Диаметрдің бірнеше мағыналары болғанда мұнай айдау стансалар саны мен құбыр қабырғасының қалыңдығын анықтайтын гидравликалық және механикалық есептер жасалады. Тиімді нұсқаны келтірілген шығындар бойынша, яғни экономикалық есептеу арқылы анықтайды. МАС-ың орналасуын трассаның қысқартылған кескінде графикалық жолмен анықталады.

Пайдалану режимдері анықтауға күшейткіш станциялар алдындағы қысымды есептелгеннен айырмашылығы бар айдау жағдайларындағы мұнай құбырының өткізу мүмкіндігін анықтау жатқызылады.

Одан бөлек мұнай құбыры жұмысын реттеу мәселесі де шешімін табады. Технологиялық есептеу реттілігі мынадай болуы мүмкін:

- есептеу таблицасы бойынша құбыр диаметрін болжамдап анықтау;
- мұнайды айдайтын сорғыларды таңдау.

Сол таблицада көрсетілген қысымға сәйкес жұмыс жасайтын агрегаттар саны (әдетте 3 немесе 2) және сорғы стансасының сипаттамасын қалыптастырады. Осы сипаттама бойынша есептік шығын кезінде стансаның беретін $H_{ст}$ екпінін тауып, $p = (H_{ст} + \Delta H) * \gamma$ есептік қысымды анықтайды;

– табылған p және D шамалар бойынша барлық үш нұсқа үшін құбырдың қабырға қалыңдығы мен ішкі диаметр мағынасын анықтау;

– Рейнольдс саны шамасын, гидравликалық қарсылық коэффициентін, гидравликалық еңісті, асу нүктесін (есептік L ұзындығының) және Δz геодезиялық нүктелерінің тиісті айырмашылығын, $H = iL + \Delta z$ екпіннің жалпы шығынын анықтау;

– мұнайайдайтын станциялар (МАС) санын анықтау;

– ірілендірілген техникалық – экономикалық көрсеткіштер бойынша күрделі шығындар мен ұстап тұру шығындарын есептеу;

– көрсетілген шығындар бойынша нұсқаларды салыстыру және солардың экономикалық тұрғыдан пайдалысын таңдау;

– жобалық өнімділік (егер ол есептікке тең деп қабылданса) және оған сәйкесті сорғы станциялары үдететін екпіннің таңдалған нұсқасына анықтама беру;

– трасса профилінде стансаларды орналастыру.

Мұнай құбырының есебін жасау үшін келесі мәліметтер қажет: өткізу мүмкіндігі; мұнай тұтқырлығы мен тығыздығының температураға тәуелділігі;

құбырдың жату тереңдігіндегі топырақ температурасы; құбыр материалының механикалық қасиеттері; техникалық – экономикалық көрсеткіштер және трасса кескінінің сызбасы.

Өткізгіштік қабілеті Q – құбыр диаметрін және стансалардағы қысымды анықтайтын негізгі фактор.

Жобалау тапсырмасында мұнай құбырының өткізгіштік қабілеті жылына млн тонна да берілді, есептеу кезінде ол (сағатына m^3) және (секундына m^3)-ге ауыстырылады (P тығыздықтың есептік мағынасында).

Осы ретте мұнай құбыры жылына 350 күн 8400 сағат жасайды деп есептелінеді: $Q_{\text{сут}} = Q/350$, $Q_{\text{час}} = Q/8400$.

Технологиялық жобалау нормаларында өткізгіштік қабілетке байланысты құбыр диаметрінің және МАС-тағы қысым мағыналары беріледі.

Мұнай тығыздығы мен тұтқырлығы зертханалық сынамалар арқылы анықталады. Әдетте ρ тығыздығы 293^0K (20^0C) кезінде анықталады. Басқа температуралар кезінде

$$\rho_t = \rho_{20} - \xi(t-20), \quad (2)$$

мұндағы: ρ_t және ρ_{20} – температурасы t және 293^0K кезінде тығыздық, $кг/м^3$;

ξ - температуралық өзгерту, $кг/(м^3 \cdot K)$, $\xi = 1.825 - 0.001315\rho_{293}$.

Тұтқырлықты зертханалық анықтау қорытындылары тұтқырлық – температуралық қисық сызық түрінде беріледі. Осы график болмаған жағдайда қажетті температурадағы v кинематикалық тұтқырлықты $\lg(v+0.8) = a - b \lg T$, эмприкалық формуласы, немесе $v = v_0 \cdot \exp(-u(t-t_0))$ Рейнольдс бойынша.

Құбыр тартылған тереңдіктегі топырақ температурасын зерттеулер материалдары арқылы анықтайды. Оны айдалатын мұнайдың тығыздығы мен тұтқырлығының есептік мағыналарын анықтау үшін білу қажет.

Құбыр материалының механикалық қасиеттері тиісті анықтамаларда көрсетілген. Болат маркасына байланысты беріктік шегі мен өнімділік шегінің мағыналары $60 \cdot 10^3$ және $42 \cdot 10^3$ $Н/м^2$ дейінгі (16Г2САФ үшін) диапазонда болады.

Техникалық-экономикалық көрсеткіштер келтірілген шығындарды анықтау үшін қажет.

Трасса кескінін құбыр ұндығы мен геодезиялық биіктіктер айырмасының есептік мағынасын табу үшін мұнай айдалатын стансалардың орналасқан орындарын анықтау үшін де қолданылады.

Кескін дегеніміз трассаның өзіне тән нүктелерінің белгіленіп, бір-бірімен байланысы көрсетілген сызба. Бастапқы пунктен басталатын қашықтық және осы нүктелердің геодезиялық биіктіктері олардың координаталары. Сонымен, кескіндегі нүктелер арасындағы қашықтықты

көлденең сызықта орналастырады. Трасса кескінін сығымдап сызады: көлденең масштабынан тігінен сызылған масштаб көлемді болады.

2.1 Құбыр сипаттамасы. Сорғы және сорғы стансасының сипаттамасы

Құбыр сипаттамасы – екпін шығынының шығысқа байланыстылығы. Теңдеу:

$$H = v \frac{Q^{2-m_H m}}{D^{5-m}} L + \Delta z . \quad (2.1)$$

немесе:

$$H = f Q^{2-m} L + \Delta z . \quad (2.2)$$

Құбыр сипаттамасының графикалық бейнесі 2.2-суретте көрсетілген. Сипаттаманың бастапқы нүктесі Δz –ке p_2/y қосылады.

v , L және D_{BH} шамалары сипаттаманың ылдилығын анықтайды. Айдалатын сұйықтықтың тұтқырлығы жоғарылаған сайын, құбыр ұзындығы ұлғайып, оның диаметрі кішірейген сайын, сипаттама ылдилығы арта түседі.

Ламинарлы ағын аумағындағы аз шығыс кезінде H -тың Q -дан тәуелділігі –сызықтық, ал турбулентті ағын аумағында-параболалық.

Сорғының екпіндік сипаттамасы деп оның үдететін H екпінінің Q жеткізіп тұруға тәуелділігін айтады.

Поршенді сорғылар үшін Q - H сипаттамасының түрі қозғалғыштық айналу сәтінің айналу желілігіне тәуелділігімен бірдей.

Магистралды мұнай құбырларында қолданылып жүрген центробегиды сорғылар сипаттамасы көлбеу құлайтын қисық сызықтар формасында. К. П. Д-ның ең жоғары мағынасына сәйкес сипаттама учаскесі – жұмыс аумағы.

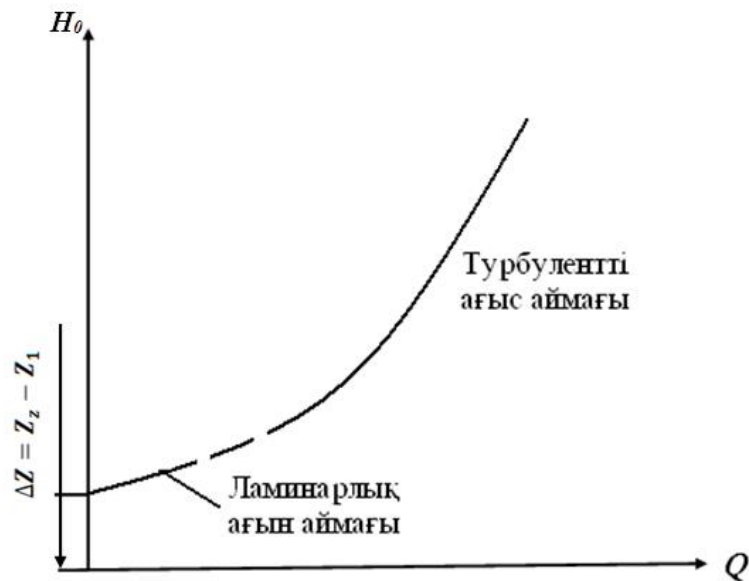
Ол үшін H -тың Q –дан тәуелділігі:

$$H = a - bQ^2 . \quad (2.3)$$

Өрнегімен өте сәтті жуықталады. Көп жағдайда сорғы (сорғы стансасының) және құбырдың сипаттамалары теңдеулері бірлесіп шешу қажеттілігі туындайды. Бұл жағдайда:

$$H = a - bQ^{2-m} . \quad (2.4)$$

(2.3) және (2.4) формуласында a , b – сипаттаманың жұмыс аумағынан алынған нүктелер координаталапын өңдеу арқылы анықталатын тұрақты шамалар, $Q=0$ кезіндегі екпін, ал b -сипаттама ылдилығының коэффициенті.



2.1 Сурет – Құбырдың сипаттамасы

Сорғылар сипаттамасы суда жұмыс жасау кезінде тәжірибе арқылы алынады.

Өте тұтқыр мұнаймен жұмыс жасау кезінде Q-H сипаттамасы төмендеп, ылғилығы жоғары болады. Айдалып жатқан мұнай тығыздығы Q-H сипаттамасына әсер етпейді; сорғының үдететін екпіні айдалып жатқан сұйықтықтың тығыздығы өзгерген кезде өзгерусіз қалады.

Д насосы дөңгелегінің диаметріне, сонымен қатар n айналу жиілігін ұлғайту немесе азайту сипаттамасын өзгертеді:

$$\frac{D^*}{D} = \frac{Q^*}{Q}; \frac{D^*}{D} = \sqrt{\frac{H^*}{H}}, \quad (2.5)$$

мұндағы, D^* , Q^* , H^* - жаңа өзгертілген жағдайлар.

Дөңгелектерді егеген ($D^* < D$) немесе айналу жиілігін азайтқан кезде ($n^* < n$) Q-H сипаттамасы төмендейді.

Қажет болған жағдайда, дөңгелек диаметрі D-ға сәйкес келетін сипаттама астында орналасқан Q^* , H^* координаталы нүктеден сорғы сипаттамасы өтуі үшін, дөңгелек диаметрін егеленген соң формуласы бойынша табуға болады.

$$D^* = D \cdot \sqrt{\frac{H^* + bQ^{*2}}{a}}, \quad (2.6)$$

Бір-біріне жалғанған сорғылар тобының сипаттамасын (қосынды сипаттаманы) осы топқа кіретін сорғылар сипаттамасын қосу арқылы білуге болады.

Сорғылардың стансасында жұмыс жасап тұрған сорғылардың қосынды сипаттамасы сорғы стансасының сипаттамасы деп аталады.

2.2 Айдалатын мұнайдың шығысы мен тұтқырлығының есептік мағыналары

Айдалатын мұнайдың тұтқырлығы жылбойында өзгерусіз қалмайды. Ол құбырдың тартылу тереңдігіндегі топырақ температурасының мезгілдік толқуларына қарай өзгеріп тұрады.

Айдалатын мұнайдың тұтқырлығы өзгерген жағдайда құбыр мен сорғылардың (цинтробегенді) сипаттамасының ылғалдылығы өзгереді: тұтқырлық ұлғайған сайын ол көбейеді азайған кезде-кемиді. Осыған сәйкес құбыр және сорғы стансаларының сипаттамалары тоғысуының нүктесімен (жұмыс нүктесімен) мұнай құбырының өткізу қабылетті жыл бойына ең аз мағынадан (наурыз-сәуір) ең көп мағынаға дейін (тамыз-қыркүйек) өзгереді.

Алаңдағы Q-H жұмыс нүктесінің жылжуы бастысы құбыр сипаттамасы ылдилығының өзгерімен анықталады. Центробенды сорғылар сипаттамасының “деформациясы” көп жағдайда мардымсыз, оған мән бермеседе болады.

Мұнайды айдауға кететін қуатты үнемдеу тұрғысынан алатын болсақ, жұмыс нүктелерінің сорғы агрегаттары сипаттамасының жоғары КПД аумағынан асып кетпегені тиімді болады. Бұл талап мұндай айдау сорғыларын дұрыс таңдау арқылы орындалады.

Есептік температура деп жылдың суық кезіндегі құбырдағы мұндай ағынының нақты температурасын айтады. Ол құбырдың тартылған тереңдігіндегі топырақ температурасымен және құбырдағы мұнай ағынының үйкеліс нәтижесіндегі өздігінен жылынуы арқылы анықталады.

2.3 Мұнай айдайтын стансалар санын анықтау

Екпін балансының теңдеуіндегі ΔH_1 шамасын назарға алмасақ,

$$n H_{cm} = iL + \Delta z, \quad (2.7)$$

шығарамыз.

δ қабырғасы бар ішкі қысым пайда болды делік. Бір стансаның үдететін (H_{cm}) екпіні МАС-дан шығатын орында осы қысымға сәйкес келеді.

$$H_{cm} = \frac{P}{\rho}. \quad (2.8)$$

Егер $p=58 \cdot 10^2$ Н/м², ал $P_{293}=0.8 \cdot 10^3$ кг/м³ болса, онда $H_{cm} 725$ м-ге тең болады.

МАС-на кіретін орнында қысым нөлдік бола алмайды. Станса сорғыларының қалыпты жұмыс жасауы үшін бірінші сорғының кавитациясы жұмыс жасауы үшін Δh_1 күшейткішті жасау қажет.

$$\Delta h_1 = \frac{p_1}{p}. \quad (2.9)$$

Құбырдың соңғы нүктесінде қабылдау резервуарындағы өнім биіктігіне тең, h_2 екпін болуы тиіс. Есептердің оңайлану үшін h_2 нөлге теңдеп аламыз

Енді толық ұзындықтағы құбыр үшін екпіндер баланысының теңдеуін құрастыруға болады.

$$\Delta h_1 + n H_{cm} = z_2 - z_1 + h_\tau, \quad (2.10)$$

мұндағы, n – МАС саны;

$z_2 - z_1$ – геодезиялық белгі;

h_τ – екпіннің үйкеліске кететін шығыны.

(2.10)-дан шығатындай:

$$n = \frac{z_2 - z_1 + h_\tau - \Delta h_1}{H_{cm}} \quad (2.11)$$

3 Мұнайды тасымалдау үдерістерінің математикалық модельдері

3.1 Тарқатылған параметрлі басқару объектілердің модельдері

Математикалық сипаттау кезінде объект (үдеріс немесе жүйе) жағдайы бірнеше параметрлермен сипатталады. Шоғырланған параметрлі объектілер немесе процестер қарапайым дифференциалды теңдеулер жүйесімен сипатталады. Бұл жерде осы объектілер жағдайы тек уақытқа тәуелді параметрлердің соңғы сонымен уақыттың әрбір сәтінде анықталады.

Тарқатылған параметрлі объектілер мен процестер үшін олардың жағдайы уақыттың әрбір сәтінде параметрлердің кеңістіктің біршама аумағына таралған, t уақытынан басқа, кеңістік координаталарға тәуелді шексіз сандармен анықталады. Бұл объектілер жеке туындылардағы дифференциалды теңдеулермен, интегралды, интегро – дифференцияды немесе оданда күрделі функционалды қатынастармен сипатталады.

Жағдайлары кеңістік және мезгілдік координаттар функцияларымен сипатталатын тарқатылған объектілер модельдерін қарастырайық. Тарқатылған параметрлері бар жүйелер динамикасы дифференциалды теңдеулер арқылы кеңінен сипатталады, мысалы мына түрімен:

$$F = \left(\frac{\partial Q(x, t)}{\partial t}, \frac{\partial Q(x, t)}{\partial x_1}, \dots, \frac{\partial Q(x, t)}{\partial x_n}, Q(x, t), t, x, \Theta \right) = f_{\Omega}(t, x) \quad (3.1)$$

Кейбір бастапқы және шекті шарттарымен. Бұл жерде $x=(x_1, \dots, x_n)$ -евклидтік кеңістіктің n -өлшемді біршама Ω аймаққа жататын нүкте; t - уақыт; $Q(x, t)=[q^1(x, t), \dots, q^m(x, t)]$ – x және t аргументтерінің жүйенің жағдайын сипаттайтын вектор – функциясы;

$\Theta=\Theta(x, t)$ -1 өлшемді Ω аумағында анықталған ықпал;

$$M=T-\sum I_i \quad (3.2)$$

мұндағы, T және I_i , $i=1, n$ – тұтас сандар.

Тарқатылған объектілер түсті және қара металлургия, химиялық мұнай және мұнай өнімдері, т. б. тән. Кіріс әсер етушілері (мазалаушы және басқарушы) тарқатылған немесе шекараларға қосақталған болуы мүмкін. Соңғы жағдайда олар шекаралық шарттарға кіретін болады. Басқару есептеріндегі объект операторы белгісіз параметрлер $\Theta=(\theta_1, \dots, \theta_r)$ векторына дейінгі берілуі мүмкін. $q(x, t)$ күйінің вектор – функциясына түрлі физика – химиялық айнымалылар кіреді, олар температура, қысым, заттар концентрациясы және т. б.

Идентификация, оңтайлы басқару, мысалы, құбыр көлігі объектілерін, кең көлемді міндеттерді шешу үшін, объект тек бір ғана кеңістік координата

бойында орналастырған деп есептеуге болады. Бұл жағдайда объект динамикасы бір өлшемді евклид кеңістігінде анықталған жеке туындылардағы дифференциалды теңдеулерде сипатталады.

Магистралды мұнай құбырларын басқару жүйесін жасау мұнай құбырлары арқылы мұнай тасымалдау процесін формалды білуді талап етеді.

Жеке туындылардағы дифференциалды теңдеулермен сипатталатын бірөлшемді жүйелер класы бір кеңістік түрлі өлшемдікте қарастырылады. Бұл жағдайда қалып функциялары $q_i = q_i(t, x)$, ($i=1, n$) бір скалярлы кеңістіктік координата $x \in [0, 1]$ және $t \in [0, T]$ уақытқа тәуелді. Қаралып отырған бір өлшемді процестердің каноникалық формаға келтірілген динамикалық жүйелерін келесі теңдеулер түрінде жасауға болады.

$$\frac{\partial q_i}{\partial t} = f_i(x, t, q, q_t, q_x, q_{xx}, v), \quad i=1, n. \quad (3.3)$$

мұндағы, $q = (q_1, \dots, q_n)$; және

$$q = \left(\frac{\partial q_1}{\partial t}, \dots, \frac{\partial q_n}{\partial t} \right), \quad q_x = \left(\frac{\partial q_1}{\partial x}, \dots, \frac{\partial q_n}{\partial x} \right), \quad q_{xx} = \left(\frac{\partial^2 q_1}{\partial x^2}, \dots, \frac{\partial^2 q_n}{\partial x^2} \right). \quad (3.4)$$

Бастапқы шарт берілген:

$$q_i(0, x) = q_{oi}(x), \quad x \in [0, 1] \quad (3.5)$$

және шектік шарттар:

$$q_i(t, 0) = q_{io}(t), t \in [0, T] \quad i=1, n. \quad (3.6)$$

Гиперболдық типтегі және туындылардағы квазисызықты дифференциалды теңдеулермен сипатталатын бірөлшемдік процестерді көрсетейік:

$$\frac{\partial^2 q_i}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left(a(x, q, t,) \frac{\partial q}{\partial x} \right) + f(x, q, u, t) \quad (3.7)$$

және параболдық типтегі:

$$\frac{\partial q}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(Q(x, q, t,) \frac{\partial q}{\partial x} \right) + f(x, q, u, t) \quad (3.8)$$

(3.5), (3.6) сәйкес бастапқы және шектік шарттар көрсетілді. $q_{io}(0) = q_{io}(0)$ үйлесімділік шарттары орындалады деп болжамдалады.

Егер a_{ij} коэффициенттері $q=q(t, x)$ – ге тәуелді болмаса, (3.7) формуласының функциясы жартылай сызықты болады. Егерде одан бөлек, f_i функциялары q -ге сызықты түрде тәуелді болса, ол сызықты болады.

Құбырлары арқылы мұнайды тасымалдаудың математикалық модельдерін құру есептерінің шешімін табудың екі жолы бар екені белгілі. Біріншісі құбыр арқылы мұнайдың ағу физикасының теориялық тәуелділігіне негізделеді, ал екіншісі – мұнай тасымалы үдерісін эксперименталды зерттеулерді қолдануға.

Теориялық анаму масса мен қуаттың сақталған қорына қарай, құбырдағы мұнай қозғалысы теңдеуін жасауды көздейді, бұл теңдеулер сұйықтық инергиясы күші және үйкеліс күшінің әсерін ескере отырып, сұйықтықтың қозғалысының үздіксіздігі (тұтастығы) теңдеуінен тұрады.

Алайда құбырлар арқылы мұнай тасымалы мәселелері бойынша әдебиет шолуы көрсетіп отырғандай магистралды мұнай құбырларымен мұнайды тасымалдау үдерісін есептеудің негізгі қиыныдығы мұнай тасымалы процестерін сипаттайтын теңдеулердің жоқтығында және де осы теңдеулердің шешуі көптеген математикалық немесе есептік қиындықтардың болында ғана еместігін көрсетіп отыр. Құбырлар арқылы мұнай тасымалы үдерістері жіті зерттелген үдерістерге жатады, сонымен қатар құбылыстардың кең көлемін сипаттай алатын көптеген шешімдер де бар.

Құбырлар арқылы мұнай ағынын зерттеу кезінде есептеудің бастапқы мәліметтердің белгісіздігі ерекше мәнге ие. Мұнай тасымалының түрлі үдерістерін сипаттайтын басқару математикалық физикада толық сипатталғаны және кең көлемді мұнай тасымалы үдерісін толық сипаттайтынына дәлелдейтіндігіне қарамастан осы теңдеулер бойынша есептеу өте нашар нәтиже беруі мүмкін, егер олардың құрамына кіретін негізгі реологиялық параметрлері анық анықталмаған болса. Бұл жағдай магистралды мұнайқұбыры бойынша мұнай тасымалдау үдерісіне тән, себебі құбыр бойынша мұнай тасымалы режимін таза теория тұрғыдан талдау есептеу кезінде сенімді нәтиже бере алмайды.

Бұған қоса осы уақытқа дейін ғылыми әдебиетте магистралды мұнайқұбырының барлық негізгі белсенді пассивті элементтері жұмысының ерекшеліктерін ескеретін, мұнайқұбырының кешенді динамикалық моделі базасында мұнай тасымалы процесін зерттеуде біріңғай көзқарас қалыптаспаған. Сондықтан жартыэмпирикалық тәуелдікті алу үшін мұнай тасымалдаудың түрлі режимдерін

Эксперименталды зерттеуден тұратын екінші бағыт қызықты болады. Осы түрлі режимдерді құру кезінде гидравликаның механика теориясының негізгі нәтижелері қолданылады. Бірақ практикалық мақсатта эксперименталды зерттеулердің нәтижелері негізінде құрылған белгілі болған тәуелдіктерді қолдану мұнай тасымалы үдерісін талдау кезінде елеулі қателікке соқтыруы мүмкін себебі көрсетілген тәуелдіктер параметрлері, әдеттегідей магистралды мұнайқұбырының ауыспалы сипаттамалары мен мұнайдың өзгертін қасиеттерін ескерусіз анықталады. Осыған орай

құбырлар бойынша мұнай тасымалдау үдерісінің математикалық моделдерін жасау қажеттілігі анық байқалады. Басқару жүйесінде бұд моделдерді қолдану қысым мағынасы мен құбырмен мұнай қозғалысы жылдамдығын қажетті дәлдікпен анықтап, осының негізінде мұнай тасымалы технологиялық үдерістің өтуіне қажетті басқарушы әсерлерді жасауға мүмкіндік береді. Осыдан бөлек аталған моделдерді жасау аралық сорғы стансалар бар нақты магистралды мұнайқұбырлары үшін қысым мен мұнай қозғалысы жылдамдығы тәуелдіктерін зерттеу қажеттілігі мен жинақталған таңдаулар болуымен түсіндіріледі.

3.2 Құбыр арқылы сұйықтық ағысының математикалық моделі

Құбыр бойымен сұйықтықтың жылжитын ағысының үдеріс динамикасы ғылыми әдебиетте кеңінен айтылған. Т уақытынан басқа осы процестер қасиеті x кеңістіктік координатасына тәуелді және тарқатылған параметрлі процестер болып табылады. $\varphi_i(t, x)$, $i=1, n$ функциясы жүйесімен сипатталады. Бұл параметрлер m -өлшемдік кеңістіктің rR аумағында анықталады. Бұл жерде удеріс $t_0 < t < \infty$ уақыт интервалында өтеді. $X = (x_1, \dots, x_n)$ болса, $X_1, X_2, \dots, X_m$ - rR^m аумағының координата нүктесі. Функциялар жүйесі объектінің өзара әрекеттесуін ескеретін кейбір берілген шекаралық шарттарға сәйкес келеді. $\Phi_{i0}(x) = \varphi_i(t_0, x)$ ($i=1, n$) бастапқы шарты уақыттың бастапқы кезіндегі объектінің жағдайын сипаттайды және тарихтың үдеріске әсерін айқындайды.

Магистралды құбырдың құбырымен мұнайдың ағу жағдайында сұйықтық қозғалысы жалпы алғанда бастапқы шарттары $p(x, t_0) = p_0(x)$ және $p(0, t) = p_0(t)$ шекаралық шарттары бар теңдеулер түрінде беріледі:

$$-\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial(p\omega)}{\partial t} + (\lambda, \delta, \omega)(p\omega),$$

$$-\frac{l}{c^2} \frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial(p\omega)}{\partial x}$$
(3.8)

мұндағы, $p(t, x)$ – қысым;

$\omega(t, x)$ – құбырдың көлденең қимасы бойынша сұйықтық қозғалысының орташаландырылған жылдамдығы;

p – қарастырылған көлемдегі сұйықтық тығыздығы;

$p\omega$ – массалық жылдамдық;

c – осы ортадағы (сұйықтықта) дыбыс жылдамдығы;

x – кеңістіктік координата; $0 < x < 1$;

l – құбыр ұзындығы.

(3.9) жүйесінің бірінші теңдеуінің екінші қосылғышының $a(\lambda, \delta, \omega)$ параметрі гидравликалық радиус R гидравликалық қарсылық коэффициенті η

және сұйықтық қозғалысының орташаландырылған жылдамдығы λ - ға тәуелді. (3.9) жүйесі сұйықтық емес, құбырдағы кез-келген сұйықтық қозғалысының өзіне тән қасиеттерін сипаттайды. Бұл жердегі $\partial(p\omega)/\partial t$ өрнегі сұйықтықтың генерациялық қасиеттерімен байланысты болса, $a(\lambda, \delta, \omega)(p\omega)$ қосылғышы құбыр қабырғасына үйкеліспен байланысты, Линеаризацияны ескерсек (3.9) теңдеулер жүйесі немесе a параметрі ω -ға тәуелді емес, бұл теңдеулер жүйесі тарқатылған параметрлі сызықтық теңдеулер жүйесі түрінде болады.

(3.9) теңдеулер жүйесі қысымға қатысты берілуі мүмкін:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} + \frac{2a}{c^2} \frac{\partial p}{\partial t} \quad (3.9)$$

Сонымен қатар массалық жылдамдыққа да қатысты:

$$\frac{\partial^2(p\omega)}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2(p\omega)}{\partial t^2} + \frac{2a}{c^2} \frac{\partial(p\omega)}{\partial t} \quad (3.10)$$

Егер (3.10), (3.11) теңдеулерінде үйкеліске жұмсалатын шығынды қаперге алмаған болсақ, бұл қысқа құбырлар үшін қатысты, теңдеу деректері толқынды типтегі теңдеулер түрінде беріледі:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} \quad (3.11)$$

қысымға қатысты және

$$\frac{\partial^2(p\omega)}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2(p\omega)}{\partial t^2} \quad (3.12)$$

массалық жылдамдыққа қатысты.

Магистралды мұнай құбырларына дұрысы генерциялық компоненттер құбыр бойымен мұнай қозғалысы процесінің түріне аз әсер етіп, үйкеліске кететін шығынды түсіндіретін компоненттер керісінше мол әсер етуші күшке ие болады. Осы тұста қысым мен массалық жылдамдыққа қатысты теңдеуді тиісінше мынадай түрде жазуға болады:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = \frac{2a}{c^2} \frac{\partial p}{\partial t}, \quad (3.13)$$

$$\frac{\partial^2(p\omega)}{\partial x^2} = \frac{2a}{c^2} \frac{\partial(p\omega)}{\partial t}. \quad (3.14)$$

Бұл теңдеулер жылуөткізгіштік типіндегі теңдеу түрінде болады.

Аралық сорғы стансалары мен шоғырланған таңдаулары бар магистралды құбырлардағы сұйықтықтың қозғалысының математикалық моделі.

Аралық сорғы стансалары мен шоғырланған таңдаулары бар құбырлар бойымен мұнайдың стационары емес ағысының математикалық моделінің құрылымын жасау бірнеше есептерге байланысты. Ол есептер қатарына жеке туындылардағы дифференциалды теңдеулер жүйесі, бірмағыналық шарттары, қозғалыс және қуаттық $0 < x < 1$, $0 < t < t_n$ аумағындағы тұтастығы.

Аралық сорғы стансаларының магистралды мұнай құбыры ұзындығындағы қысым мен мұнай қозғалысы жылдамдығының өзгеруіне ықпалын ескерген кезде (3. 9) - (3. 14) түріндегі бірқатар модельдердің қолданылуы мүмкін, мысалы, линеаризацияланған теңдеулер жүйесі:

$$-\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial(p\omega)}{\partial t} + 2a(p\omega), \quad (3.15)$$

$$-\frac{1}{c^2} \frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial(p\omega)}{\partial x} \quad (3.16)$$

Аралық сорғы стансаларының мұнай қозғалысы түріне ықпалы шекаралық жағдайда есепке алынады. Бұл жерде магистралды мұнай құбыры тұтас гидравликалық жүйе түрінде, трассасында мұнай айдайтын (сорғыш) стансалар орналасқан, үлкен диаметрлі құбыр түрінде болады. Мұндай мұнай құбыры «сорғыдан сорғыға» технологиялық сызба бойынша жұмыс жасайды.

Егер сұйықтық қозғалысы Ох осі бойынша бағытталғанын ескерсек, бір сорғы стансасы болған жағдайда (3.15) – (3.16) теңдеулер жүйесі мынадай түрде болады:

$$-\frac{\partial p}{\partial x} + p_{ст} \sigma(x - x_2) = \frac{\partial(p\omega)}{\partial t} + 2a(p\omega), \quad (3.17)$$

Бұл жерде $p_{ст} - x = x_1 (0 < x < 1); \delta(x - x_1)$ нүктесінде орналасқан сорғы стансасының жасаған қысымы – Дирактың дельта функциясы:

$$\delta(x - x_1) = \begin{cases} 0 & x \neq x_2 \text{ кезінде} \\ \infty & x = x_2 \text{ кезінде} \end{cases} \quad (3.18)$$

Осы жағдайда (бір сорғы стансасының болуы) (3.17) қалыптасатын қысымға қатысты сұйықтық қозғалысының теңдеуін мына түрде жазуға болады:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} + \frac{2a}{c^2} \frac{\partial p}{\partial t} + p_{\text{ст}} \sigma(x - x_2), \quad (3.19)$$

Бұл теңдеуден, жеке жағдайлардағыдай, сұйықтық генерациясын елемеуге болатын кезде, сұйықтық қозғалысын сипаттайтын теңдеулер туындап шығады:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = \frac{2a}{c^2} \frac{\partial p}{\partial t} + p_{\text{ст}} \sigma(x - x_2), \quad (3.20)$$

Құбыр қабырғаларына үйкелудің мағынасы аз кезінде:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} + p_{\text{ст}} \sigma(x - x_2), \quad (3.21)$$

және құбырдағы сұйықтықтың қозғалысы қалыптасқан кезінде:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = p_{\text{ст}} \sigma(x - x_2), \quad (3.22)$$

Егер қазір сорғы стансасының орналасуымен қоса оның қосылу уақытын да есепке алатын болсақ, (3.19) теңдеуін мына түрде жазуға болады:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} + \frac{2a}{c^2} \frac{\partial p}{\partial t} + p_{\text{ст}} \delta(x - x_1) \sigma(t - t_1), \quad (3.23)$$

Бұл жерде $\sigma(t)$ - бірлік функция.

$x = x_1 = i = 1, 2, \dots, n$ ($0 < x_1 < \dots < 1$) магистралды мұнайқұбырындағы нүктелерде орналасқан h сорғы құбырлары болғанда, олар $t_1, \dots, t_n$ уақытының әр сәтінде қосылып, (3.23) теңдеуі осылай болады.

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} + \frac{2a}{c^2} \frac{\partial p}{\partial t} + \sum_{i=1}^h p_{\text{ст}} \delta(x - x_1) [\sigma(t - t_1)]. \quad (3.24)$$

Мысалы $t=0$, болған кезде барлық h сорғы стансалары қосылы, ал $t_1, \dots, t_n$ уақытының мағынасы сорғы стансаларының ажыратылу уақыт сәттері болса, (3.23) теңдеуді мына түрде жазуға болады:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} + \frac{2a}{c^2} \frac{\partial p}{\partial t} + \sum_{i=1}^h p_{\text{ст}} \delta(x - x_1) [\sigma(t) - \sigma(t - t_1)]. \quad (3.25)$$

(3.24), (3.25) теңдеулерімен анықталатын жағдайлар секілді, құбырдағы сұйықтықтың қозғалу процесіне сорғы стансаларның жұмысының әсері (3.18), (3.21) теңдеулерінде сипатталатындай етіп жазуға болады.

x_x нүктесіндегі бір сорғы стансасы бар құбыр бойынша мұнайдың анықталмаған қозғалыс теңдеуін және x_1 нүктесіндегі шоғырланған тартып

алу – айдауды құбыр ұзындығы бойынша ойластырып көрейік. Ол үшін (3.19) теңдеуін пайдаланып, осы жағдайға байланысты мына формада жазуға болады.

$$-\frac{\partial p}{\partial x} + p_{c\tau} \delta(x - x_1) = \frac{\partial Q}{\partial x} + 2aQ$$

$$-\frac{1}{c^2} \frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial_1}{F} \delta(x - x_1), \quad (3.26)$$

мұндағы, $Q = \rho\omega$ – мұнайдың массалық жылдамдығы;
 F – құбырдың көлденең қимасының көлемі.

Егер сұйықтық қозғалысының бағыты ОХ осінің бағытымен сәйкес болса, G плюс белгіде болған жағдайда мұнайды тартып алу орын алады, ал минус белгісінде болғанда, магистралды құбырға мұнайды қосымша айдау жағдайы болады.

М сорғы стансасының және магистралды мұнайқұбырының ұзындығымен шоғырланған тартып алу болған кезде (3.26) теңдеуін мына қалпында жазуға болады:

$$-\frac{\partial p}{\partial x} + \sum_{i=1}^n p_{c\tau i} \delta(x - x_i) = \frac{\partial Q}{\partial x} + 2aQ$$

$$-\frac{1}{c^2} \frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial Q}{\partial x} + \sum_{j=1}^m \frac{G_j}{F} \delta(x - x_j), \quad (3.27)$$

(3.19) теңдеуі үшін болатындай етіп, (3.27) теңдеулер жүйесін қысымға катысты мына түрінде көрсетсе болады:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} + \frac{2a}{c^2} \frac{\partial p}{\partial t} + \sum_{i=1}^n p_{c\tau i} \delta(x - x_i) + \frac{2a}{F} \sum_{j=1}^m G_j \delta(x - x_j) \quad (3.28)$$

Егер келесі кезекте құбырдың динамикалық қасиеттер сипаттамасына магистралды мұнай құбырының ұзындығындағы түрлі геозизиялық біліктіліктерді ескеретін айнымалы мағыналарды енгізген болсаң, сонымен қатар мұнай айдайтын стансаның дроселді тартынағындағы қысым шығыныдары мағынасын қосатын болсақ бір мағыналық шарттар орындалған кезде (3.27) моделінің теңдеуін мынадай түрдегі жеке туындылардың дифференциалды теңдеулері түрінде жазуға болады.

$$-\frac{\partial p}{\partial t} = p \frac{\partial u}{\partial t} + 2\partial p u + k \frac{dh}{dx} - \sum_{j=1}^h \Delta p_1 \delta(x - x_i) + \sum_{i=1}^h \theta i \delta(x - x_1) \quad (3.29)$$

$$-\frac{\partial p}{\partial t} = c^2 p \frac{\partial u}{\partial x} + \sum_{j=1}^m \frac{G}{F} \delta(x - x_j), \quad 0 \leq x \leq 1, \quad t \geq 0.$$

Бұл жерде $p(x, t)$, $u(x, t)$ t уақыт сәтіндегі мұнайқұбырының x нүктесіндегі қысым және қозғалыс жылдамдығы; p -мұнай тығыздығы; 2α -МҚ-ның жалғыз учаскесіндегі үйкеліс салдарынан болған мұнай қысымы шығындары; h - теңіз деңгейінен жлғары құбырдың геодезиялық биіктігі; K – қысымдар ауытқуы мен биіктік ауытқулары арасындағы пропорция коэффициенті; I -іМАС-тағы дросселдік тартынақтағы қысым шығыны; C -мұнайдағы дыбыс жылдамдығы; Ω -құбырдың көлденең қимасының көлемі; G_j -тартып алу-айдау массасы j -көзінің қуаттылығы; l -мқ-ы ұзындығы; $\delta(\cdot)$ - Дирак дельта функциясы; x_i , $x_{j-i}=1, 2, \dots, n$. $j=1, 2, \dots, m$ -МАС –ы мен мұнайды тартып алу-айдау орындары орыналасқан МҚ-ның ұзындағындағы нүктелер.

(3.23) жүйесі үшін шектік шарттар болып МҚ-ы ұзындығы бойындағы мұнайдың қысымы мен жылдамдықтарының бастапқы бөліністері болуы мүмкін:

$$P(x, 0)=p_0(x), u(x, 0) = u_0(x), 0 \leq x \leq L,$$

және МҚ-ы сол ұшындағы олардың мағыналары

$$p(t, 0)=p_0(t), u(t, 0)=N_0(t), \quad t \geq 0,$$

МҚ (ның) оң жақ ұшындағы қысым мағыналары:

$$p(t, 1)=p_1(t), \quad t \geq 0.$$

3.3 Сорғы стансасының және сызықтық учаскенің статикалық моделдері

Аяқталған технологиялық циклды Мұнай құбырларының жұмысында магистралды мұнай айдайтын стансалар (МАС), күшейткіш сорғы стансалары (КСС) және көмекші күшейткіш стансалар (ККС) қатысады. Бұл құрылғылар құрамында негізгі буынды сорғы агрегаттары құрайды.

Олардың моделдерін қарастырайық. Сорғы агрегатының жасайтын екпін моделі. j -СА-ның j -МАС-дағы жасайтын екпіні үшін дұрыс болады:

$$H_{ij}=U_{ij}(a_{ij} + b_{ij}Q^m) \quad (3. 30)$$

мұндағы, a_{ij} , b_{ij} -сорғы агрегаттарының екпіндік сипаттамаларының коэффициенттері;

m -МҚ-ның құбырындағы мұнай ағысы режимін сипаттайтын белгілі параметр, мұнай айдайтын станса екпінінің моделі.

j-МАС-на тізбектеліп қосылған барлық сорғы агрегаттарының жасайтын қосынды екпінімен сипатталатын математикалық моделі мынадай түрде болады:

$$H_j = \sum H_{ij} = \sum U_{ij} (a_{ij} + b_{ij} Q^2), \quad (3.31)$$

мұндағы, a_{ij} , b_{ij} - j - МАС-дағы i-СА-ң моделінің коэффициенттері.

Күшейткіш сорғы стансасы мен көмекші күшейткіш сорғыларының моделдері КСС-ы мен ККС-ң математикалық моделдері әрқайсысынында параллель қосылған барлық сорғы агрегаттарының жасаған қосынды шығысымен сипатталады, және келесі түрде жазылады:

$$Q = \sum U_{io} Q_i = \sum U_{io} [(H_{io} - a_{io}/b_{io})]^{1/2}, \quad (3.32)$$

мұндағы, a_{io} , b_{io} - СА- ы екпіндік сипаттамалардың математикалық моделдер коэффициенттері; жасалатын мұнай шығыны. ММҚ-ның барлық СУ-гі екпін.

Qi- i СА- мен шығынының статикалық моделін осылай жазамыз:

$$h = Q^{1.75} \sum \gamma [\sum L_{rs} / (\sum V_{srk} D_{srk})] + (L_{s'} + \sum \Delta z_s), \quad (3.33)$$

мұндағы, $L_s = \sum_r L_{rs} / D_{srk}$ - лупингілер есебінсіз S-ты СУ-нің келтірілген ұзындығы;

L_{sr} -r-лы лупингілік учаскенің ұзындығы;

$$D_{srk} = (d_{srk}/d)^{\frac{3-m}{2-m}};$$

D_{srk} -S-лы СУ-ң r-ы лупингы K-ы «талшықтың» диаметрі;

d-бүтін ММҚ-ң диаметры келтірілетін эквивалентты диаметр;

Δz_s -МАС-ң орналасу биіктіктерінің айырмасынан болатын екпін шығындары;

y_s -s-ы СУ-ң гидравликалық еңіс және мұнай айдаудың оңтайлы режимдерін сипаттайтын коэффициент.

ММҚ-дағы мұнай шығынының моделі. Мұнайдың бір мезеттік шығысы Q-ды анықтау үшін екпіндер балансы теңдеуін жазып, (3.30) және (3.31)-ні ескере отырып, мынаны табамыз.

$$Q = ((\sum \sum U_{ij} Q_{ij} - \sum \Delta z_j) / [\sum \gamma_i (\sum L_{ri} / \sum (V_{irk} + L_i)) - \sum \sum U_{ij} b_{ij}]) \quad (3.34)$$

3.4 Пайдаланылатын қуат пен технологиялық шектеулер моделі

Магистралды мұнай құбырың пайдаланатын қуаттылығы мен технологиялық шектеулер моделі магистралды мұнай құбыры барлық МАС-ң пайдаланатын қуаттылығы үшін:

$$W = Q \sum p_i \sum U_{ij} H_{ij} / n_{ij} \quad (3.35)$$

Бұл жерде $p_{ij} = C_{ij} + f_{ij} Q^2$ j-ы СА-ның толық әрекеті коэффициенті; C_{ij} , f_{ij} - бір СА-ның пайдаланатын электр қуатының пайдалы әрекет коэффициенті математикалық моделі коэффициенттері;

P - j-ы СУ-дегі мұнай тығыздығы.

Берілген нүктелердегі қысымдарды анықтау моделі. ММҚ МАС-ның кіретін және шығатын орнындағы берілген нүктелердегі қысымдардың мағынасы мына арақатынастар арқылы анықталады:

$$P_{BXI} = P_{BXO} + \Sigma(\Sigma U_{ij} - h_j - \Delta z_j), \quad (3.36)$$

$$P_{B\text{ыxi}} = P_{BXi} + \Sigma U_{ij} H_{ij} \quad (3.37)$$

Бұл жерде $P_{B\text{ыxi}}, P_{BXi}$ -j-ы МАС-ның кіретін және шығатын орнындағы қысым.

ММҚ-ы арқылы мұнайды айдауды басқару $[U_{ij}]$ және $[V_{srk}]$ басқару материалдар элементерін белгілі уақыт кезеңдерінде беру арқылы көрсетілген.

Талдау және оңтайлы басқаруды синтездеу кезіндегі маңызды рөлге ие айтылған ерекшеліктер мен моделдерден бөлек, магистралды мұнай құбырының басқа да өзіндік қасиеттері болады. Басқару міндеттерін қоюмен қатар, оларды шешудің әдістерін іздестіретін шектеулер маңызды. Технологиялық шектеулерге жамады:

ММҚ-ң құбырлар беріктігі мен учаскелер шегімен анықталатын МАС-ң шығатын максималды екпіні:

$$H_{ip} \leq H_{ip \max}$$

- осы стансадағы сорғылар дамытатын максималды қасым:

$$P_{ip} \leq P_{ip \max}$$

- минималды мүмкін болатын кавитациялық қор (минималды таңдау):

$$H_{ik} \leq H_{ip \max}$$

- осы аралық стансаның кіретін орнындағы минималды қысым:

$$P_{ik} \leq P_{ip \max}$$

– i -ы СА-ғы бір негізгі j -ы сорғымен дамытатын екпін бойынша шектеулер (сорғының екпіндік сипаттамалары):

$$h_{ij} \leq h_{ij \max}$$

– жалпы алғандағы МАС-лар агрегаттары бойынша пайдаланылатын қуад шектеулері:

$$\begin{aligned} W_i &\leq W_{ip \max} \\ \sum W_i &\leq \sum W_{ip \max} \end{aligned}$$

– айдалатын мұнайдың көлемі үшін шектеулер

$$Q_i \leq Q_3 \ll Q_{\max}$$

– центробежды сорғылар максималды айналымдары, дросселдеу шекті крандарының, байпасирлеу, машиналар максималды санының шектеулері және т. б.

$$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}.$$

4 Технологиялық үдерістерді автоматтандыру

4.1 Автоматтандыру нысаны ретінде магистралды мұнай құбырының сипаттамасы

Магистралды мұнай құбыры автоматтандыру үшін өте ыңғайлы нысан болып табылады, себебі негізгі технологиялық процестің мақсаты мұнай құбыры арқылы берілген мұнай көлемін айдауға кететін қуаттың минималды қосынды шығыс кезіндегі толықтыру мен соруудағы қысымның шекті деңгейін ұстап тұру арқылы үздіксіз айдап отыру болып табылады.

Магистралды мұнай құбырының жұмыс режимі айдайтын стансалардың жұмыс режимімен анықталады: «ыдыс арқылы», «қосылған ыдыс арқылы», «ыдыссыз».

«Ыдыс арқылы» режимі кезінде стансаға келетін мұнай стансаның бір немесе бірнеше резервуарына беріледі, ал құбырға айдалатын мұнай осы уақытта күшейткіш сорғы стансасымен басқа резервуар, немесе резервуарлар тобынан алынады. Бұл режим әдетте мұнай көлемін, массасы мен сапасын өлшеу құралдары жоқ бастапқы стансаларда қолданылады. Осыдан келетін және айдалын кететін мұнай көлемі мен сапасы резервуардағы өлшеулер арқылы анықталады.

«Қосылған ыдыс арқылы» режимі кезінде құбырдан станса қабылдауына келетін мұнайдың негізгі ағыны күшейткіш сорғы стансасының сорылуына, ал резервуарларға болмаса олардан сыртқы стансаға дейін және кейінгі ағындар арасындағы айырмаға тең мұнай көлемі ғана құйылады.

«Ыдыссыз» (сорғыдан сорғыға) режимі кезінде құбырдан шыққан барлық ағын станса құбылдауында негізгі магистралды сорғының сорып алуына кетеді. Стансада резервуарлар да, күшейткіш сорғы стансада салынбайды. Құбырлық орам мейлінше қарапайым болады.

Бұл режим магистралды құбырда немесе осы стансада апаттық жағдайларда тұтынушыдан мұнайды қабылдау үшін ыдыстың болуын қажет етпейтін аралық стансаларды қолданылады.

«Сорғыдан сорғыға режимінің кемшілігі осы режимде жұмыс жасайтын стана алдындағы учаскеде магистралды мұнай құбырының өткізгіштік қабілетінің төмендері болып табылады, ыдыстың болуы кезіндегі жұмыспен салыстырғанда, себебі сорғы агрегаттарының кавитация шарттары бойынша негізгі сорғының соруы кезінде қысымды минималды шекті деңгейден төмендетуге болмайды. Осы кезде үлкен диаметрлі мұнай құбырларының «ыдыс арқылы»немесе «қосылған ыдыс арқылы» режимінде жұмыс жасайтын стансалар жұмысына қарағанда өткізу мүмкіндіктері 10 пайызға дейін төмендейді.

Ыдыстардың минималды көлемінде құбырдың максималды өткізу мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін аралық стансаларда «сорғыдан сорғыға» режимінде де, ыдыстардың тортырылуына қарай бір режимімен екінші

режимге автоматты ауысуымен жұмыс жасауды қамтамасыз ететін технологиялық сызбалар қолданылуы мүмкін.

Айдайтын сорғы стансалары құбыр арқылы мұнай қозғалысы қамтамасыз етеді. Айдайтын стансалар (МАС) санын және олардың арақашықтығын есептеу жолымен анықтайды.

Алдайтын сорғы стансаларында 3-4 бір типтегі магистралды сорғы агрегаттар орналастырылады. Олардың бірі қосымша болып табылады. Әрбір агрегат жоғары вольтты электрқозғалтқышқа қолсылған центробежды сорғыдан тұрады.

4.2 Жалпыстанциялық автоматика жүйесі

Технологиялық талаптарға сәйкес ММҚ-ң жабдыға үшін бақыланатын параметрлердің болжамды мағыналары беріледі. Параметрдің болжамды шектен шыққан кезінде апаттық жағдай қалыптасуы мүмкін. Осы жағдайда автоматты қорғаныс жүйесі мыналарды қамтамасыз етеді:

- жұмыс жасап тұрған магистралды сорғы агрегаттарының ажыратылуы;
- зақымдануды жоюға және апаттық жағдайдың дамуын тежеуге арналған көмекші жүйелерді қосу;
- апаттық жағдайда құбыр арқылы мұнай тасымалын тоқтатпауды көздейтін технологиялық ауысулар.

Сорғы агрегаттарын қорғаныстық ажырату түрлі нұсқалар бойынша жүзеге асырылады. МАС-дағы барлық жұмыс жасап тұрған агрегаттарды бір мезгілде ажыратуға болады. Алайда бұл жағдайда МАС-дағы қабылдау кезінде қысым тез көтеріледі, бұл өсім алдындағы станғаға өтіп, бүтін мұнай құбырының жұмыс режимін бұзуы мүмкін. Барлық агрегатты бір мезгілде емес, біртіндеп, араға 20-30секунд салып ажыратуға болады. Бұл жағдайда қабылдау кезіндегі қысым баяулап өседі және басқа стансаларда келеңсіз салдарға әкеліп соқтырмайды.

Мұнай құбырының қауіпсіз жұмысының негізгі қысымды бақылауда. Қысымды бақылау магистралды мұнай құбыры үшін де немесе оның жабдығы үшін де қауіпті қысым пайда болуы мүмкін технологиялық сызбаның барлық нүктелерінде жүзеге асырылады. Үдеріс барысын бақылау және автоматты қорғаныс үшін қысымды өлшеу нүктелері әдетте біріне бірі сәйкес келеді. Осылай, ММҚ-дағы қысымның максималды қысым эпюресі бойымша анықталған жұмыс қысымының жоғары болмауы сорғы стансасынан шығу орнында әрдайым қадағалынады.

Логикалық сызбада қысым бойынша қорғаныста барлық үш қысымды бақылау үздісіз жүзеге асырылады: қабылдау кезінде, көллекторда және құбырды. Шектік мағынаға жеткен тұста мұнай қозғалысындағы бірінші тұрған жұмыс агрегатының номері анықталып, ажыратылады. Апаттық қысымға жеткен сәтте барлық агрегаттар жұмысы бір мезгілде тоқтатылды.

Егер қысым ауытқуы қабылдау кезінде болатын болса, 8-10 секунд шамасында уақыт үзілісі қосылып, сосын болжамды мағынадан ауытқу мүмкіндігі тексеріледі, осындан соң агрегаттар ажыратылады.

4.3 Сызықтық учаскені автоматтандыру жүйесі

Магистралды мұнай құбыры сызықтық бөлімінің автоматтандыру жүйесі (АЖ) сызықтық тартынақтарды қашықтықтан бақылау және басқару үшін арналған және мыналарды қамтамасыз етеді:

- магистралды мұнай құбыры сызықтық бөлімі және оның жабдығын қауіпсіз пайдалану;
- апаттық жағдайларды анықтау және оларды жылдам жою үшін жағдай жасау;
- қызмет көрсету персоналының жұмыс жағдайларын жақсарту және жеңілдету, пайдалану шығыстрын азайту;
- операторға жабдық күйі жайлы технологиялық ақпараты талдау жасауға ыңғайлы түрінде уақытылы ұсыну;
- ММҚ сызықтық бөлімі нысандарын қашықтықтан басқару сапасын арттыру;
- мұнай құбыры жұмысы сенімділігін нығайту және апаттық жағдайларының алдын алу;
- ММҚ сызықтық бөлімінің нысандарына қызмет көрсету сонымен қатар оларды жөндеу уақыты мен көлемін қысқарту.

Автоматтандыру жүйесін (АЖ) құрудың мақсаты:

- электрлі кранды олардың орналасуы мен күйін бақылаумен қашықтықтан және жергілікті басқару;
 - магистралды мұнайқұбыры арқылы мұнайдың қысымы мен температурасын бақылау;
 - Су-ң нысандары бойынша тазарту құрылғысының өтуін бақылау;
 - сызықтың крандық тораптардағы бақылау өлшемдік құралдары құдықтарына су толу дабылдатқышы;
 - нысандарға рұқсат етелмеген өту дабылдатқышы;
 - СКЗ параметрлерін бақылау;
 - СКЗ әлеуетін басқару;
 - мұнайқұбырындағы ағып кетуді уақытылы анықтау есебінен мұнай шығыны 1 пайызға азайту;
 - Etherneet байланыс арнасы арқылы ақпаратты қабылдау және тарату.
- Жүйені жасауға шектеулер қатарына
- сенімділік;
 - қауіпсіздік;
 - жүйе бөлшектерін пайдалану, техникалық қызмет көрсету, жөндеу және сақтау.

- рұқсатсыз ақпарат алудан қорғау;
- негізгі байланыс арнасы зақымданған кездегі ақпараттың сақталуы;
- сыртқы әрекеттер әсерінен қорғану.

Бойынша орындалатын қызметтер мен міндеттеріне қойылатын талаптар жатады.

Осы шектеулер жүйенің қаржылық салымдары мен шығын қайтарымының мерзіміне елеулі әсер етеді.

АЖ-і құрудың негізгі принциптері:

- қауіпсіздік;
- ашықтық;
- ауқымдылық;
- тарқатылу мүмкіндігі;
- көпдеңгейлік.

Мұнайқұбырының сызықтық деңгейінің АЖ-імына міндеттерді шешеді:

- мұнайқұбыры сызықтық бөлімі нысандарының күйін жедел диспетчерлік бақылау;
- мұнай құбыры сызықтық бөлімінің қрандық топтарын ММҚ МАС-н жергілікті диспетчерлік пунктіден қашақтықтан басқару;
- СКЗ қорғаныс әлеуетін автоматтық басқару;
- мұнайдың шектік қысымдары мен температурасының көтерілуі кезінде мұнайқұбырын автоматты қорғау.
- АЖ-і тасымалдау тиімділігін;
- технологиялық тәртіпті персоналдың ақпараттану деңгейін арттыру және ММҚ сызықтық бөлігінің нысандары күйі жайлы мәліметтердің шынайылығы;
- тартынақ, СКЗ және ЛКП күйі жайлы шынайы ақпаратты алу;
- технологиялық үдерістерді басқардың еңбек шығынын азайту;
- өндірістік қауіпсіздікті күшейту, экологиялық жағдайды жақсарту арқылы мүмкіндік береді.

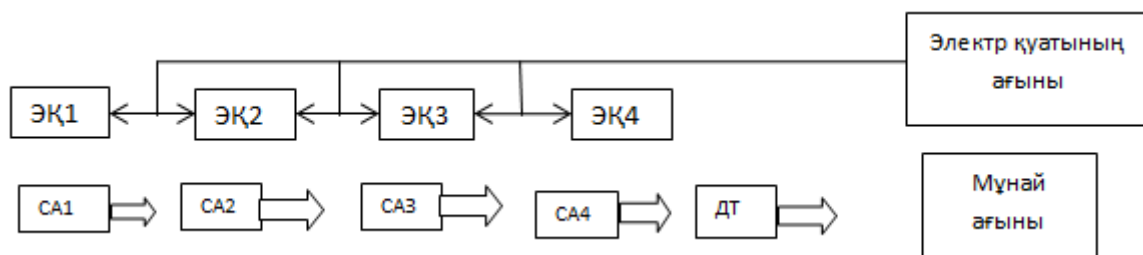
Магистралды мұнайқұбырын автоматтандыру жүйесінің ақпараттық-басқарушы функциялары

- тартынақ, СКЗ және ЛКП күйін жедел бақылау, сонымен қатар мұнайқұбырларындағы мұнай қысымы мен температураны бақылау;
- ағымдағы бақыланатын параметрлерді, оператор әрекеттерін, ақпараттық хабарламаларды және туындайтын технологиялық жағдайларды жедел архивтеу;
- тартынақтарды, УППОУ және СКЗ жедел – диспетчерлік басқару;
- ақпаратты жинау, бастапқы өңдеу, сақтау және басқарудың жоғарғы деңгейіне жіберу болып табылады.

4.4 Аралық мұнай айдау стансасы, сызықтық учаскенің және сорғы агрегаттарын автоматтандыру жүйесі

Резервуарлар паркінен, әдетте, құрамында төрт сорғы агрегаты (СА) бар (үшеуі – жұмыс жасайтын, біреуі- резервуарлық) магистралды МАС–на мұнай құйылады. Сорғы агрегаттары негізінен «сорғыдан сорғыға» (біртіндеп қосылу) сызбасы бойынша жұмыс жасайды.

4.1-суретінде көрсетілген қосылу сызбасы АЖ–н қосу/ажырату арқылы станса коллекторындағы қысымды дискретті түрде өзгертуге мүмкіндік береді. МАС- ның шығатын орнындағы қысым әрбір агрегаттың жасайтын қысымдар қосындысы ретінде болады.



4.1 Сурет – Мұнай айдайтын стансаның сызбасы

Шығыс қысымы үздіксіз өзгеруі үшін құбырдың қимасын жай қолданылады. Бұл өз кезегінде құбырдың тиімді диаметрін өзгертіп, мұнай ағысына қарсылықты ұлғайтады. Дросселді тартынақ көмегімен мұнай құбырының қимасын азайту МАС-ы шығысында қысымның азаюына, ал кірісінде – оның ұлғаюына әкеліп соқтырады. Дросселдік тартынақ қысымның САР атқарушы механизмы болады. Құрылу мағынасы мен кірістегі, шығыстағы МАС-ы қысым мағыналарына байланысты САР ДТ-ң орналасу қалпын өзгертеді, және ПИД-ты – реттеу заңын жүзеге асырады.

МАС-ы жұмысы негізгі жабдықтың да, қосымшы жабдықтаңда қалыпты жағдайы кезінде ғана мүмкін болады. Бұлардың бір ғана істен шығып қалса, тұтас станса ажырап қалады.

МАС-ы технологиялық жабдығының басқарушы параметрлері ретінде СА-н қосу/ажырату сигналдары; дросселді тартынақтың орналасуын басқару (немесе реттегішті құруды ауыстыруға); тартынақтарды қосып, ажыратуға және т. б. Бұл жерде шектеулер ретінде МАС-ы кірісінде, коллекторды және шығу орнындағы қысымдардың шекті мағыналары; қосылып тұрған жабдықтың болжамды үйлесімдері және реттегішті орналастыру мағыналары; СА-ң өнімділігі болып табылады.

Критерий ретінде берілген режимді жүзеге асыруға кететін электр қуатының ең аз мөлшерін қолданады.

Дросселдік тартынақтан соң мұнай ағына 4.2-суретінде көрсетілгендей қолданылатын технологиялық режимге байланысты құбыр конфигурациясын

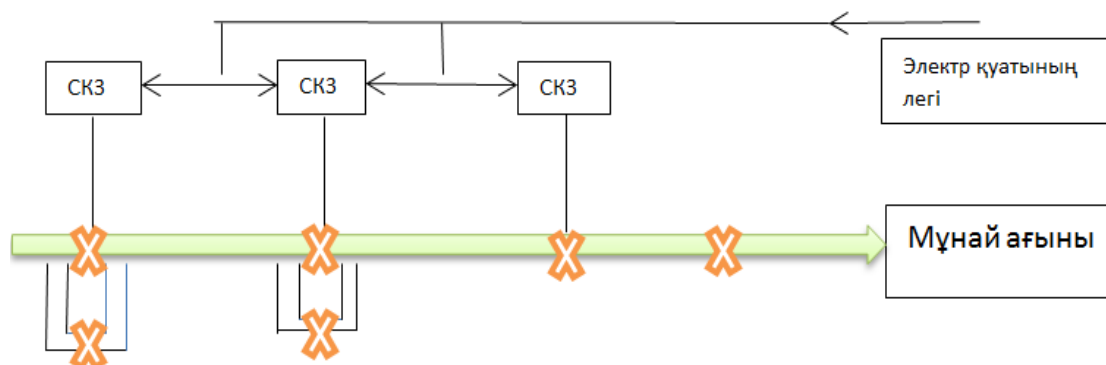
өзгертетін бөлгіш клапандары бар құбыр түріндегі сызықтық учаскеге бағытталады.

Басқару параметрлері бұл жерде белгілері болады: бөлгіш клапандарды қосып ажыратуға, ал шектеу ретінде бөлгіш клапандарды қосу/ажыратудың жарамсыз комбинациялары бола алады.

Сызықтық учаске жұмысының сапасын бағалау критеріі ретінде гидравикалық қарсылық минимумы болады.

СА-н автоматтандыру жүйесі магистралды сорғы агрегатының (МСА), кейбір тараптарының дұрыс қосылу реттілігін, нақты айтқанда, клапандар, көмекші жүйелер электрқозғалтқышының, қорғаныс құралдары, және осы тараптарды қосу кезіндегі шарттардың орындалуының қамтамасыз етуі тиіс. Агрегат жұмысы кезінде автоматтандыру жүйесі агрегат және оны қамтамасыз ететін жүйелердің жарамдығын бақылауы қажет. Агрегаттың қайсыбір бөлшектері жарамсыз болған жағдайда агрегатты тоқтату бойынша операциялар реттілігін сақтай отырып, агрегаттың қорғаныс ажыратылуы іске асуы керек.

Әрбір магистралды сорғы агрегатының құрамына сорғығы баратын ағындарды жабуды қамтамасыз ететін электрмен басқарылатын клапандар кіреді. Автоматика жүйесі клапандар жетек блогын басқарады.



4.2 Сурет – Катодтық қорғаныс стансасы

Тәжірибе барысында байқағанымыз, жұмыс жасап тұрған МСА-ы бір себеппен автоматика жүйесімен ажыратылады. Жұмыс жасап тұрған агрегаттың ажыратылуы бүкіл мұнай құбыры бойында мұнай жеткізілуінің төмендеуі мен барлық мұнай айдайтын сатнсалардың жұмыс ренжимінің өзгеруіне әкеліп соқтырады. Жарамсыз агрегатты ажыратқанға дейінгі құбырда болған режимды сақтап қалуға болады, егер осы стансада оның орнына жұмысқа қосылмаған басқа агрегатты қосса. Сондықтан құбырдағы жұмыс режимін сақтап қалу үшін, әрбір мұнай айдайтын стансада бір магистралды сорғы агрегаты қосылуға толық дайын тұруы қажет, себебі жұмыс жасап тұрған агрегатты кез келген уақытта ауыстыратын жағдай жасалуы тиіс. Сол себепті резервте тұрған агрегатты іске қосуға кететін уақыт үлкен маңызға ие болады. Бұл уақыт көлемі жарамсыз агрегатты

ажыратуға берілген пәрмен мен қосымша агрегатта іске қосуға берілген бұйрық аралығындағы арақашықтыққа байланысты, және магистралды сорғы агрегатын толық қосу процесінің ұзақтығына байланысты. Бұл уақыт автоматтандыру жүйесін пайдалану арқылы минималды болуы ықтимал.

Агрегат жұмысы процесінде үнемі қадағаланады:

- подиликниктерге берілетін май қысымы;
- қос келіп қосылатын құбырлардағы салқындатқыш су қысымы;
- сорғы подиликниктері мен электрқозғалтқышы, сорғы корпусы, электрқозғалқышының шығу орныдағы судың температурасы;
- қапталдық тығыздағыштарды ағып кетуді, электрқозғалқышының алдыңғы подшипнигінің дірілі;
- күшейткіш ауасының қысымы.

Берілген параметрлерден ауытқу кезінде агрегат автоматты түрде ажыратылады. Кейбір жағдайларда құбырдың технологиялық режимін қысымның берілген мағынасына қайта келтіру үшін бір агрегатты ажыратса жеткілікті. Бұл жағдайда мұнай ағысындағы бірінші агрегатты кейінгі жағдайларда осы агрегаттың іске қосылу жағдайын жасау үшін ажыратады.

Агрегатты "резервті" режиміне орнату агрегаттың қосылуға толық дайындығында. СА-ы барлық көмекші жүйелерге қосылуы тиіс. Жанармайды, салқындатқыш суды, қозғалқышқа ауаны беру жүйелері толық жарамды болуы тиіс. Егер агрегаттың электрқозғалтқышы желдету әдісімен жұмс жасайтын болса, ол тиісті деңгейде желдетіліп, артық қысымда болуы тиіс. Электр кернеуіне майлы ажыратқыштық соленоидтері қосу шынжырлары қосылып тұру қажет. Агрегаттың дайындық жұмыстары аяқталған соң сорғы агрегатын басқару шіпіндегі режимлер кілті "резервті" қалпына қойылады. Кілт ауысқан кезде СА-ң клапандары автоматы түре ашылып, осы СА-ң қосу шынжырларына қосымша агрегатты қосу релесінің контактылері жалғанады. Келесі кезекте, егер жұмыс жасап тұрған агрегаттың бірі агрегаттық қорғанысы арқылы ажыратылса, резервке қойылған агрегаттың электрқозғалтқышы реле арқылы іске қосылады. Резервтегі агрегат іске қосылғаннан кейін режимдер кілтін "қашықтықтық" режиміне ауыстырып, мүмкіндігі болған жағдайда, жарамды, іске қосылмаған агрегаттың бірін "резервті" режиміне ауыстырған дұрыс.

4.5 Сорғы стансаларын автоматтандыру

Мұнай айдайтын сорғы стансасы мұнайды тасымалдау бойынша операцияларды үздіксіз орындауды қамтамасыз ететін, негізгі және көмекші жүйелерден тұратын күрделі технологиялық кешен. МАС-да қарастырылады: сорғылы немесе магистралды мұнай құбыры жабдығына қауіпті жағдайлар туындаған кезде жабдықтың автоматты қорғалуы; әрбір магистралды сорғы агрегатын бағдарламалық басқару; көмекші жүйелер, сорғы стансаны автоматтандыру; сорғы стансасын бақылау мен басқаруды орталықтандыру.

«Сорғыдан сорғыға» режимінде жұмыс жасайтын МАС-ында одан бөлек сорып алу және ұлғайту кезіндегі қысымдарды автоматты реттеу қарастырылады, ал үлкен диаметрлі мұнай құбырларының аралық стансаларында қысымның тік толқындарынан қорғау жүйесі іске қосылады.

Мұнайды тасымалдау үдерісі кезінде мұнай құбыры оны пайдалану режимінен рұқсат етілген максималды және минималды қысымдар ықпалында болуы мүмкін. Осындай ауытқулар магистралды мұнай құбырының және барлық айдау стансаларында қойылған жабдықтың істен шығуына әкеліп соқтырады. Магистралды мұнай құбырындағы қысымның күрт өзгеруі айдау режимдерінің өзгеруі, құбыр үзілуінің және айдау стансаларының апаттық ажыратуларының салдары болуы мүмкін.

Мұнай құбырлары мен сорғы стансаларын қысымның күрт өзгеруінен автоматты қорғау сорғы стансаларында келесі әдістер арқылы жүзеге асырылады: құбыр мен жабдықтың жұмыс шарттары бойынша рұқсат етілген қысымнан асатын деңгейге жеткенде агрегатты ажырату; қысымды автоматты реттеу; қысым жоғарлауының пайда бола бастаған толқынның аумақ ылдилығын төмендету әдісін қолдану.

Қысымды автоматты реттеу міндетіне берілген деңгейде реттелетін параметрді қолдауды қамтамасыз ету жатады. Магистралды мұнайқұбырындағы қысымды реттеуді келесі әдістердің біреуі арқылы жүзеге асыруға болады: ағынды дросилдеумен, ағын бөлігін үдетуден соруға жіберумен және сорғылар айналымы жиілігін өзгертумен.

Реттеу әдісін таңдау критеріі ретінде осы реттеу әдісін қолданумен байланысты қайта айдауға кететін ең аз шығындар танылады. Мұнай құбырлары жағдайында статикалық режимдегі қысымды шектеу қажеттілігі уақыт бойынша жалпы қайта айдау ұзақтығының 3-5 пайызынан аспайды және реттеу тереңдігі бір агрегаттың үдететін дифференциалды екпіннің 10-25 пайызынан аспауы қажет. Көрсетілген шектеулер кезінде қосынды шығындар бойынша экономикалық тұрғыдан алғанда кеңінен тараған дроселдеу әдісі болып табылды. Осы тұста реттеуші орган сорғы стансасының үдету бөлігінде орналастырылады, себебі ол үдету қысымын, сорғы стансасының сорып алуын да реттеуді қамтамасыз етеді.

4.6 МАС-дағы элетржетекті МАА-дың жұмыс режимін реттеу

МАА-ы центробежді сорғылармен жұмыс жасаған кезде сорғылармен мұнай құбырының гидродинамикалық сипаттары келісулі болуы қажет. Соған қарамастан мұнай құбырының сипаттамасы үнемі өзгеріп тұрады. Ол тұтынушылардың мұнайды пайдалану көлемі және осығын байланысты құбырда қалыптасатын қысымға байланысты өзгеріп тұрады. Мұнайдың пайдалану көлемі ұлғайған кезде МАС-ы өнімділігін арттыру есебіне тасмалданатын мұнайдың көлемін тиісінше көбейту қажеттілігі туындайды. Тұтынатын мұнай көлемі қысқырып, МАА сипаттамасының тұрақтылығы

кезінде МАС-ң шығу орнындағы қысым біртіндеп ұлғаяды және МАА әрі қарай жұмыс жасай алмайтындай мағынаға жетеді. Осының салдарынан мұнай құбыры жұмыс режимінің өзгеруіне сәйкес МАА-ы өнімділігінің өзгерту қажеттілігі туындайды.

Центробежды насосы МАС-да өнімділікті реттеу мына әдістердің бірі арқылы жүзеге асуы мүмкін: сорғы айналымының жиілігін өзгерту; сорғыға кіретін орындағы мұнайды дросселдеу; сорғыға кіретін орында мұнай ағынын айналдыру; сорғыны байпасерлеу; жұмыс жасап тұрған МАА санын өзгертумен; сорғыны жұмыс дөңгелегін өзгерту.

Сорғыға кіретін орындағы мұнай ағымын айналдыру бұрылғыш бағынбайтын агрегаттар (ББА) көмегімен айналдыру жүзеге асырылады. Бұл агрегаттар мұнай ағыны бағытының кіру бұрышын сорғының жұмыс дөңгелегінің қалақшаларына өзгертеді. ББА қолдану арқылы сорғы өнімділігін өзгертуге болады. Осы тұста ББА қамтамасыз ете алатын реттеу диапазоны номиналды айналымнан 0,85-1,05 шамасындағы сорғы айналымы жиелігін өзгертуді реттеу диапазонына тең.

Айналу жиелігін өзгерту арқылы өнімділікті өзгерту ең тиімді болады. Жиелікті өзгертумен қатар, осылайша электрқозғалтқыштың айналым санын, тиісінше, сорғының айналымын өзгертуге болады.

Синхронды қозғалтқыш айналымның жиелігін өзгерту үшін жиелікті түрлендіру жүйелерін қолданады. Мұндай жүйе құрамына реактар, генфертор, сонымен қатар қорғаныс, басқару және реттеу элементтерін тегістейтін, басқарылатын түзеткіш кіреді. Қуаттау желісінің үшфазалы кернеуі ажыратқыш және қуатты шектейтін дроссельдер арқылы айнымалы токтың тұрақтыға айналатын тиристордан жинақталған реттелетін түзеткішге беріледі. Түзетілген кернеу тегістеуіш реактор арқылы үшфазалы көпір сызбасы беріледі. Үшфазалы көпірдің диагоналіне синхронды қозғалтқыштың статорлы ораламалары кірістірілген.

Осы көпір тиристорларын бір қалыпты ретті ашылуын басқара отырып, оның шығатын жерінде кез келген жиіліктегі ауыспалы үшфазалы кернеу және қозғалтқыш айналымының талап етілетін жиелігіне қол жеткізуге болады.

Сорғыға кіретін орында мұнай ағынын айналдыру мұнай ағысы бағытының кіріс бұрышын сорғының жұмыс дөңгелегінің қалақшаларына өзгертетін бұрылғыш бағыттайтын агрегаттар арқылы жасалады. ББА-ды қолдану сорғы өнімділігін қалыпты өзгертуге мүмкіндік береді. Осы кезде ББА қамтамасыз ете алатын реттеу диапазоны номиналды айналымдарының 0,85-1,05 көлеміндегі сорғы айналымы жиелігін өзгертуді реттеу диапазонына тең болады.

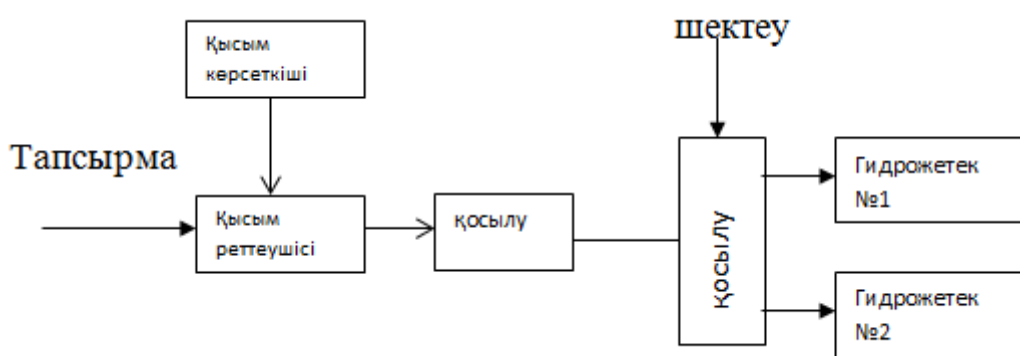
Сорғы кірісіндегі мұнайды дросселдеу қосымша гидравликалық қарсылық туындататын дросселдеуші орган (винтилдер, кран, жартынақтар және басқалары) көмегімен жүзеге асырылады. Осының арқасында сорғыға кірістегі мұнай құбыры сипаттамасы жасанды түрде өзгереді. Бұл реттеу әдісі өзінің қарапайымдылығы арқасында МАА-ды қолданысқа кіреді. 4.4-

суретінде дросселді басқару органдары бар электр жетекті МАА-мен жабдықталған мұнай айдау цехының берілген режимі көрсетілген. Реттеу параметрлердің бірін тұрақтандару арқылы агрегаттарды тізбектелген, параллельді сызбалар арқылы қосу арқылы жүзеге асырылады (МАС-н шығатын орнындағы қысымды, қуаттылықты немесе агрегаттың максималды қуаттылығын).

4.3-суретінде көрсетілген сызбадағы қысымды тұрақтандыру режимінде құрылымның ауыстырушысының сезбеу аумағынан асып кететін келіспеушіліктер пайда болған кезде, соңғысы реттеушінің сипаттамасын өзгертіп, оларды үшпозицияларға жақындатады. Ауыстырғыш кілтті ашады, қысым реттегіші қосындағышына қысымның тапсырма белгілерімен қосындылатын жетекші агрегаттың қуатының ағымдағы мағынасы жіберіледі.

Реттеуші жұмысқа қосылады және тирлаторлы қосқыш арқылы қысымдарды дросселдік басқару органдары арқылы гидрожетектерге әсер етеді-келіспеушіліктер белгісіне байланысты қысымның көтерілу немесе төмендеу жағына. Осылайша, жүйені ауыстырғыш үлкен келіспейшіліктік жағдайында статикалық жүйені қалыптастырады.

Қысым баяу өзгертін болғандықтан, барлық агрегаттар шектеулерді ескере отырып, максималды қуаттылық режиміне шығып, қысым бойынша келіспеушілік реттегіштің статизм аумағына жеткенге дейін жұмыс жасай береді. Осы жағдайда шығыстағы белгі жоғалып кетіп, уақыт релесі іске қосылады және қуаттылық бойынша кері байланысты ажыратып тастайды



4.3 Сурет – Қысымды қалыптастыру режиміндегі кешеннің құрылымдық сызбасы

Динамикалық сипаттамаларды анықтайтын ішкі кері байланыс тізбектері бір мезгілде қосылады. Кері байланыс белгісін ажырату шамасына тең келіспеушілік реттегіште қайта пайда болады.

Кешенде МАА-н қуаттары қатынастарын автоматты түрде бақылап, түзеуге мүмкіндік беретін жүгірмелі түзеу принципі қолданылған. Осы кезде жылдамдық реттегішінің беруші кірісіне жетекші агрегаттың қуатты өлшегіш өңдеушіден белгі келіп түседі. Реттегіштің екінші кірісіне қалған жұмыс

жасап тұрған агрегаттарға кезекпен қосылатын белгі келіп түседі, және осы технологиялық жүйедегі агрегаттың түзеу белгісі де келіп қосылады. Келіспеушілік болған жағдайда бақылаудағы агрегат қуаттылығы келіспеушілік жоғалғанға дейтін өзгеретін болады, себебі реттегіш реттеудің ПИ-заңына бағытталған.

4.7 Реттегіш жұмысы

Мезгілдік сипаттарына қарай шоғырланған және тарқатылған параметрлері бар нысандар деп бөлінеді.

Шоғырланған параметрлі нысандар үшін толқу пайда болған кезде тұтас нысан бойынша реттелетін параметрдің бірдей өзгеруі қалыпты құбылыс (резервуардың барлық қимасы бойынша сұйықтықтың деңгейі, ыдыстың кез келген нүктесіндегі қысым).

Тарқатылған параметрлі нысандар үшін объектінің әртүрлі нүктелеріндегі реттелетін шаманың бірдей емес өзгеруі тән. Мұндай нысандарға үлкен ұзақтыққа тартылған мұнай құбырлары жатады. Бұл жердегі құбырдың ұзындығындағы қысым құбыр басындағы секіртпелі толқудан кейін уақыт бойында бірдей болып өзгермейді. Тарқатылған параметрлі нысандардың уақытша сипаттамалары шоғырланған параметрлі нысандарға қарағанда үлкен кідіріспен уақыт тұрақтылары да үлкен болады.

Реттеу жүйелерінің тұрақтылығы мен санасы реттелетін нысанның қасиеттері мен реттеу контурына кіретін барлық құрылымдарына тәуелді.

Осы ретте негізгі сипаттамасына қарай (кіріс шамасы мен шығыс шамасының өзгерістерінің тәуелділігі) реттегішті дұрыс таңдай білу ерекше мәнге ие болады. Бұл ретте сипаттама ретінде реттегіштің жүзеге асыратын реттеу заңы қолданылады.

Реттеу заңына сәйкес, өздері жүзеге асыратын тоқтаусыз әрекетті реттеушілер бөлінеді:

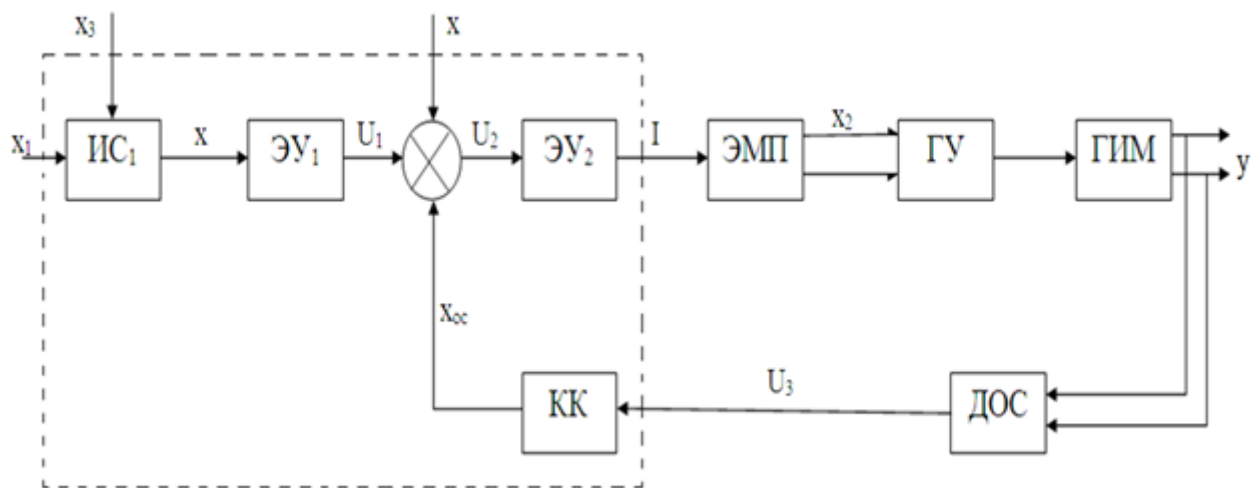
- пропорционалды (статикалық) (П);
- интегралды (астатикалық) (И);
- пропорционалды-интегралды (изодромды) (ПИ);
- пропорционалды-дифференциалды (ПД);
- пропорционалды-интеграл-дифференциалды (ПИД).

ИС1 өлшегіш сызбасындағы ауыспалы ток көрсеткішінен келген X_1 кіріс белгісі X_3 тапсырма белгісімен қосылады. $X = X_1 - X_3$ қателік белгісі алдымен ЭУ₁ фазаланған шамасы бар ауыспалы токтың электронды күшейткішімен күшейтіледі, сосын ЭУ₂ тұрақты токтың электронды күшейткішімен күшейтіледі. ЭУ₁ электронды күшейткіштің шығысында U_1 белгісімен қажет болған жағдайда тұрақты ток көрсеткіштерін шыққан X кіріс белгісі қосарланады. Бұл жағдайда белгі қатесі ретінде $x^1 U_1$ кернеулер айырмасы бола алады. ЭУ₂ күшейткіш шығысында гидравликалық күшейткішті. (ГК) басқаратын электромеханикалық

түрлендіруші қосылған: Егер қате белгісі нөлге тең болса атқарушы механизм ГИМ қозғалусыз қалады. Қате белгісі пайда болған кезде басқарушы күшейткіш осы белгінің мағынасына тең болатын шамаға орташа орналасудан ауытқиды. Атқарушы механизм қате белгісі заңымен анықталатын бағытта қозғалысқа келеді, ал жылдамдық осы белгінің шамасына тең келеді. Жұмыстың ПИ – режимі жүзеге асуы үшін атқарушы механизмнің орналасуы бойынша теріс кері байланыс енгізіледі.

Кері байланыс ГИМ атқарушы механизмның валымен байланысқан кері байланыс көрсеткіші (КБК) көмегімен жүзеге асыралады. Кері байланыс көрсеткіші шығысындағы кернеу пассивті түзету контурының кірісіне беріледі.

ПИ – режимінде пассивті түзетуші контур құрамында кернеу бөлгіші және дифферентті RC - контур болады: X_{oc} белгісі түзетуші контур (ТК) кірісінде (шығысында) атқарушы механизмның номиналды қозғалыс жылдамдығына тең. Мұндай кері байланыс пропорционалды және интегралды.



ИС₁ – өлшеуіш сызба өс; ЭУ₁ – ауыспалы токтың электронды күшейткіші – АТЭК; ЭУ₂ – тұрақты токтың күшейткіші – ТТК; ЭМП – электромеханикалық түрлендіруші – ЭМТ; ГУ – күйтікші – ГК; ГИМ – гидравликалық атқарушы механизм; ДОС – кері байланыс көрсеткіші – КБК; КК – түзетуші контур – ТК.

4.4 Сурет – Реттеудің ПИ – режиміндегі реттегіштің функционалды схемасы

4.8 Пропорционалды – интегралды реттегіштің оңтайлы параметрлерін есептеу әдісі

Алдыңғы тарауларға сәйкес дифференциалды және операторлы формада ОУ және УУ математикалық моделдер алынған болатын. Реттеу заңы пропорционалды – дифференциалды сипатқа ие болады. Демек, біздің жүйемізге арналған сапаны минималды интегралды бағалау критерііне сәйкес оңтайлы басқаруды қамтамсыз ететін, ПИ - реттегіштің оңтайлы параметрлерін есептеп шығару қажет:

$$J_2 = \int_0^{\infty} y^2(t) dt \rightarrow \min \quad (4.1)$$

Есептеу үшін жиілік және грофо- аналитикалық әдістер қолданылады. Реттеу сапасының ең басты критеріі басылу болады, сол себептен реттегіштің оңтайлы дәлдеуі деп оның параметрлерінің үдерістің берілгеннен минималды мүмкін болатын орташа квадраттық ауытқуы кезіндегі басылудың берілген дәрежесін қамтамсыз етеді.

ПИ – реттегіште, И – реттегіштегідей, реттелетін шама жүйенің тепетеңдік жағдайындағы берілген мағынаға ие (реттеудің статикалық қатесі нөлге тең). ПИ- реттегіштің алдын алу бұрышы П - және И – реттегіштер алдын алу бұрыштарының арасындағы аумақта орналасқан:

$$\pi > F_p(m, \varpi) > \pi/2 - \arctg m \quad (4.2)$$

ПИ – реттегіш И – реттегішке қарағанда үлкен жылдамдықпен жұмыс жасайды, бірақ П- реттегішке қарағанда жылдамдығы баяулау, сол себепті өтпелі үдеріс И – реттегіш арқылы реттеуге қарағанда аздаған динамикалық қателікті көрсетеді, алайда П – реттегішпен реттеу кезіндегіге қарағанда, үлкен динамикалық қателігі байқалады.

Біршама динамикалық қателігі бар реттегіш реттеудің ПИ – заңын жүзеге асырып, келесі түрде жазылады:

$$p_{\text{вых}} = k_p(p_n - p_3) + \frac{1}{T_{\text{ин}}} \int_0^t (p_n - p_3) dt, \quad (4.3)$$

мұндағы, $p_{\text{вых}}$ - реттегіш шығу орнындағы айнымалының шамасы (атқарушы механизмнің реттеуші органының орналасуымен түбегейлі байланысты);

p_n - реттелетін шаманың ағымдағы шамасына тең шама;

p_3 - орнатушы;

k_p - реттегішті күшейту коэффициенті;

Тәжірибеде k_p - ді дросселдеу диапазоны арқылы беру қалыптасқан. Дросселдеу диапазоны $\delta(\%)$ қосалқы жабдықты шкала диапазонына қатысты реттелетін шаманың қанша пайызға өзгеруі тиіс екенін көрсетеді, осылайша реттеуші органды бір шекті орыннан екінші орынға (пропорционалды шектері) ауысуын туындатуға болады:

$$k_p = (1/\delta) 100, \quad (4.4)$$

$$\delta = (\Delta p_{\text{вх}} / \Delta p_{\text{вых}}) \quad (4.5)$$

мұндағы, $\Delta p_{\text{вх}}$ – реттелетін шаманың салыстырмалы өзгеруі;

$\Delta p_{\text{вых}}$ – реттеуші органның салыстырмалы ауысуы.

Интеграция (кірігу) уақыты T_n (реттегіш кірісіне берілетін келіспеушілікке тең мағынаға шығыс реттегішінің интегралды құрамдасының өзгеруіне кететін уақыт) келесі қатынаспен анықталады:

$$T_n = T_{\text{из}} \delta(100), \quad (4.6)$$

Бұл жерде $T_{\text{из}}$ – гезодром уақыты, немесе екіге еселеу уақыты (кірістік қозғаушы ықпалды жасағаннан кейінгі пропорционалды құрамдастың әсерімен реттеуші органның қозғалу шамасына реттеушінің интегралды құрамдасының әсерімен реттеуші органның қозғалу уақытығы).

Теңдеуге сүйене отырып, реттеушінің беріліс функциясын аламыз:

$$W_p(p) = K_p + \frac{1}{Ti \cdot p} = K_p + Ki \frac{1}{p} \quad (4.7)$$

Басқару нысанының жиілік және кеңейтілген жиілік сипаттамаларын құру. Жиілік сипаттамаларды құру р операторын g w операторына ауыстыру және мағыналардың берілген диапазонында w операторына ауыстыру және мағыналардың берілген диапазонында w өзгерту арқылы жүзеге асырылады (әдетте, 0-ден ∞ -дейін).

Басқару жасанының амплитудалық-жиілік сипаттамасы (АЖС) келесі өрнек арқылы анықталады:

$$A_o(p) = A_o(j\omega) = \sqrt{P_o^2(j\omega) + Q_o^2(j\omega)}, \quad (4.8)$$

$$P_o(j\omega) = \text{Re}(W_o(j\omega)), \quad (4.9)$$

$$Q_o(i\omega) = \text{Im}(W_o(i\omega)), \quad (4.10)$$

мұндағы, P_o – нысанның беріліс функциясының заттық бөлігі;

Q_o – нысанның беріліс функциясының ойдағы бөлігі.

Басқару нысанның фазалық-жиілік сипаттамасы келесі өрнек арқылы анықталады:

$$F_o(p) = F_o(i\omega) = \arctan \left(\frac{Q_o(i\omega)}{P_o(i\omega)} \right), \quad (4.11)$$

Нысанның кешендік немесе амплитудалық-фазалық жиілік сипаттамасы (АФЖС) мына өрнек арқылы құралады:

$$W_0(p) = W_0(i\omega) = \frac{K \cdot e^{-\tau j\omega}}{T \cdot j\omega + 1}, \quad (4.12)$$

Басқару нысаны үшін ауытқушылықтың берілген дәрежесі бар реттеуді реттеу мәселесін шешуге қажетті кеңейтілген жиілік сипаттамаларды құру келесі кезең болады.

Кеңейтілген жиілік сипаттамаларды құру да қарапайымдар үшін дей жасалады, тек p операторын ауыстыру кезінде кеңейтілген ауыстыруды қолданады:

$$p = -m\omega + j\omega, \quad (4.13)$$

бұл жерде m -үдерістің ауытқулық дәрежесі (реттеуіш электрлі болғандықтан, $m=0, 366$ мағына алынады).

Осылайша, кеңейтілген амплитудалық-жиілік (АЖС), кеңейтілген фазалық-жиілік сипаттама және кеңейтілген кешенді (ККС) сипаттамалар келесі түрде болады:

$$A_{eo}(m, j\omega) = \sqrt{Q_{eo}^2(-m\omega + j\omega) + Q_{eo}^2(-m\omega + j\omega)} \quad (4.14)$$

$$F_{eo}(m, j\omega) = \arctan \frac{Q_{eo}(-m\omega + j\omega)}{P_{eo}(-m\omega + j\omega)}, \quad (4.15)$$

$$W_{eo}(m, j\omega) = \frac{K \cdot e^{-\tau(-m\omega + j\omega)}}{T \cdot (-m\omega + j\omega) + 1}, \quad (4.16)$$

Дифференциация операторын жай және кеңейтілген ауыстыру кезіндегі нысанның жиілік сипаттамаларын салыстыруды көрсету үшін осы сипаттағы суреттер берілген.

ПИ-реттегішінің оңтайлы параметрлерінің есебі.

УСЭППА элементтері негізінде жасалынған реттегіште динамикалық тұрғыдан инерциялық (апериодтық) буын болатынын ескерген жөн. Осындай буындардың реттегіштің динамикалық қасиеттеріне әсер етуі реттегіш тасымал функциясының жалпы өрнегіне кіретін $W_b(P)$ балластық буын тасымал функциясымен ескеріледі:

$$W_p(P) = \left(K_p + \frac{K_i}{P} \right) \cdot W_b(P). \quad (4.17)$$

Тәжірибедегі мүмкін болатын дәлдікпен берілген реттеу заңын реттегішпен жүзеге асыру аумағын бағалау үшін реттегіштің қалыпты режимдер аумағы (ҚРА) түсінгі қолданысқа енгізілді. ГОСТ 7191-64 талаптарына сәйкес, ҚРА аумағында реттегіштер тиісті реттеу заңын жиілік

сипаттамалардың идеалдағы заңынан модуль бойынша $\pm 10\%$ -ға, фаза бойынша $\pm 15\%$ -ға ауытқумен жүзеге асырады.

Жоғарыда көрсетілгендей, реттегіштің алмасу функциясында балласттық буынның болуы оның ҚРА-н шектейді. Реттегіштің қалыпты жұмыс аумағы берілген.

Реттегіштің пропорционалды және интегралды бөліктерінің дәлдеу тәуелсіздігі оның жоғары метрологиялық қасиеттерінің түзілуін қамтамасыз етеді, себебі бақылау нүктесінің (реттегіштің негізгі қатесі) ауысуы пропорционалдық шегін орнатуға тәуелсіз емес. Алайда осындай реттегіш құрылымы болған кезде үлкен мағыналар аумағында $T_{из}$ болжамды өзгеріс диапазоны елеулі азаяды.

Реттегіштің қалыпты режимдер аумағы графигі болып, зерттелетін реттелуші нысанның инерциялығын білген соң, реттегіштің дәлдеу параметрлерін инженерлік есептеу үшін реттегіштің тасымалдық функциясын минус белгісімен алуға болады.

$$W_p(p) = K_p + K_i \cdot \frac{1}{p}. \quad (4.18)$$

Р операторын ауыстыра отырып, ПИ- реттегіштің кеңейтілген тасымал функциясына келеміз:

$$W_p(m, j\omega) = K_p + K_i \cdot \frac{1}{(-m\omega + j\omega)}. \quad (4.19)$$

Кеңейтілген сипаттаманың нақты және ойдағы бөліктері тиісінше тең болады.

$$Re_p(m, \omega) = K_p - mIm_p, \quad (4.20)$$

$$Im_p = \frac{K_i}{\omega(1 + m^2)}.$$

Реттеу нысаны мен реттегіштің кеңейтілген амплитудасы – жиілік сипаттамасын алып, теңдеуді шеше отырып, берілген ауытқушылық деңгейіне реттегіштің дәлдеу параметрлерін есептеп шығарады. Жақша алдындағы минус белгісі реттегіш нысанға кері болымсыз байланыс ретінде ықпал ететіні жайлы ескертеді:

$$-W_p(-m\omega + j\omega) \cdot W_{ob}(-m\omega + j\omega) = 1 \quad (4.21)$$

Өрнектеп шығатыны:

$$-W_p(-m\omega + j\omega) = \frac{1}{W_{ob}(-m\omega + j\omega)}. \quad (4.22)$$

$W_{ob}^*(m; i\omega)$ арқылы нысанның инверсиялық кеңейтілген сипаттамасын белгілесек:

$$W_{ob}(m;i\omega)=\frac{1}{W_{ob}(m;i\omega)}, \quad (4.23)$$

Теңдеуді мына түрінде қайта жазамыз:

$$-W_p(m;i\omega) = W_{об,р.}(m;i\omega). \quad (4.24)$$

Ол кезде ПИ - реттегіштің ойдағы және нақты бөліктері келесі тәуелдіктерге тең болады:

$$-Im_p(m;\omega) = Im_{об,р.}^*(m;\omega), \quad (4.25)$$

$$-Re_p(m;\omega) = Re_{об,р.}^*(m;\omega).$$

Есепке ала отырып теңдеулерден m ауытқушылықтың берілген деңгейі бар реттегіштің параметрлерін есептеу үшін өрнектер шығады:

$$K_i = \omega(1 + m^2)Im_{об}^*(m;\omega), \quad (4.26)$$

$$K_p = mIm_{об}^*(m;\omega) - Re_{об}^*(m;\omega). \quad (4.27)$$

Әрі қарай, ω -дың түрлі мағыналарын бере отырып, K_i және K_p дәлдеу параметрлерін есептеп шығарамыз. ω мағыналары үшінші квадрантта (0,04-тең 0,82-ге дейін) орналасқан нысанның кеңейтілген жиілік сипаттамасы учаскесіне сәйкес келетін жиілік интервалында орналасады. Реттегіштің дәлдеу параметрлерінің жазықтығында ауытқушылық деңгейінің бірдей мағыналар сызығын-кесте сызамыз.

Егер дәлдеуді m және абсцисс осі мағыналарына тең сызықтармен шектелген аумақ ішінде тандайтын болсақ, ауытқушылық деңгейі берілгеннен төмен, яғни 0,366-дан аз, болады. Егер де дәлдеулерді ауытқушылық деңгейінің бірдей мағыналар сызығында таңдасақ, барлық жағдай да өтпелі үдеріс ауытқушылығының берілген деңгейі қамтамасыз етіледі.

Өтпелі үдеріс сапа критерийлеріне толығымен сәйкес болуы үшін, дәлдікті ауытқушылық деңгейінің бірдей мағыналар сызығында экстремалды нүктенің оң жағында жақын орналасқан нүкте бойынша анықтаған жөн. Бұл жағдай K_i мағынасын тым төмендетпей-ақ, K_p мағынасын едәуір ұлғайтуға мүмкіндік береді.

Одан бөлек, осы нүктенің тандап алынуы сапаның интегралды критерий минимумына жауап бере алады.

Таңдалған нүктеден координаталар осіне перпендикулярларды түсіріп, K_i және K_p -ның оңтайлы мағыналарын осылай табады. Әрі қарай қатынастардан дросселдеу диапазоны $\delta(\%)$ және интеграциялау уақытының

Ti(мин)мағыналарын табады. Осы мағыналар орындалған есептеуге сәйкес келетін өтпелі үдерістерді алу үшін реттегіштің дәлдеу құрылғыларының шкаласында орналасуы тиіс.

Кестеден көрініп тұрғандай, ПИ-реттегіші дәлдеуінің оңтайлы параметрлері $\omega = 0,017928 \text{ рад/с}$ жиілігіне сәйкестеніп, тең болады

$$K_p = 1,17846135 \text{ с}^{-1} \quad (4.28)$$

$$k_i = 0,36781238 \text{ с}^{-1} \quad (4.29)$$

$$T_i = 2,71878 \text{ с.} \quad (4.30)$$

Дросселдеу диапазоны (3.6.31), изодром уақыты (3.6.62), өтпелі үдеріс уақыты және өтпелі үдерістің сапасын интегралды бағалау мағынасы тиісінше сәйкес болады:

$$\delta = 84,856\%, \quad (4.31)$$

$$T_{iz} = 3,204 \text{ с,} \quad (4.32)$$

MATLAB ортасындағы жүйенің оңтайлы реттеуді моделдеу нәтижелері Б қосымшасында келтірілген. Құрылымдық сызбалар мен реттегішсіз САУ өтпелі үдерістердің және тиісінше оңтайлы дәлденген ПИ- реттегіштемен кестелер келтірілген.

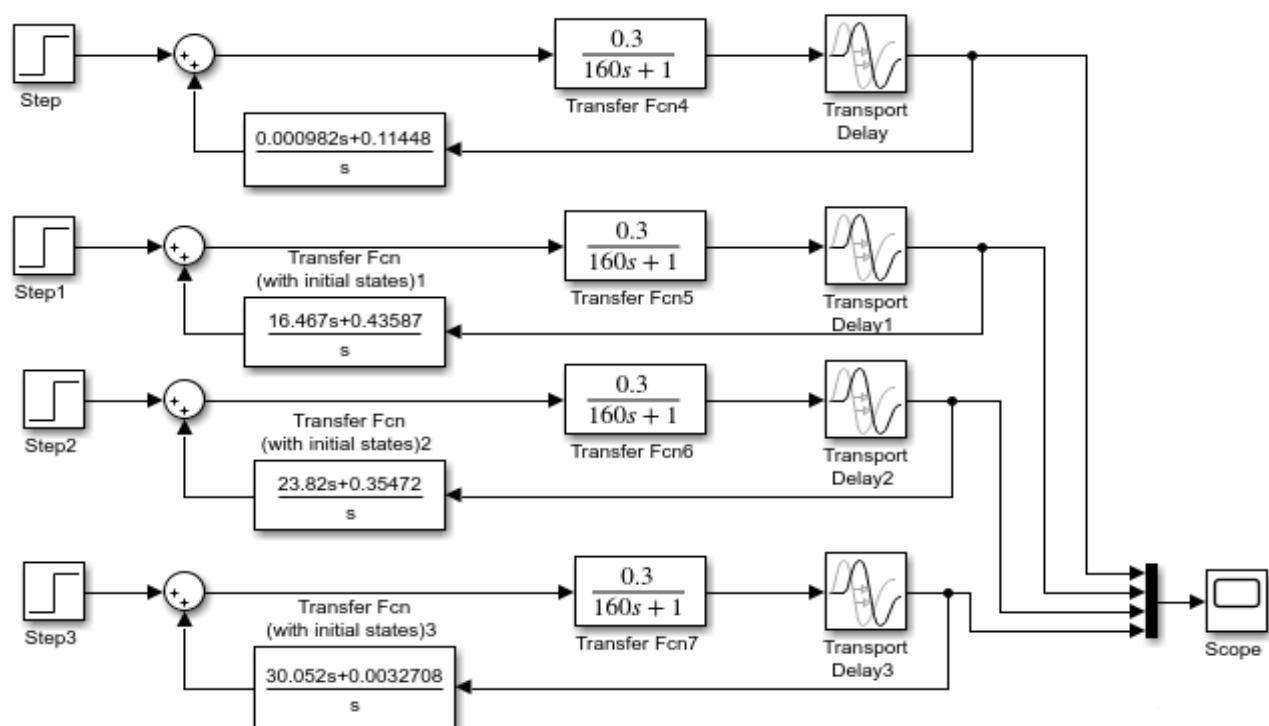
Траптың динамикалық қасиеттер аналитикалық сипаттау дәлдігі үдеткіш қисық сызықтарын эксперименталды алу жолымен тексерілген. Аналитикалық және эксперименталды қисық сызықтардың жақсы үлесуі нысанның математикалық сипаттау дәлдігінің қолайлы дәрежеде екенін көрсетеді.

1 Кесте – Қалыпты формадағы ПИ - реттегішінің параметрлерін есептеу нәтижелері

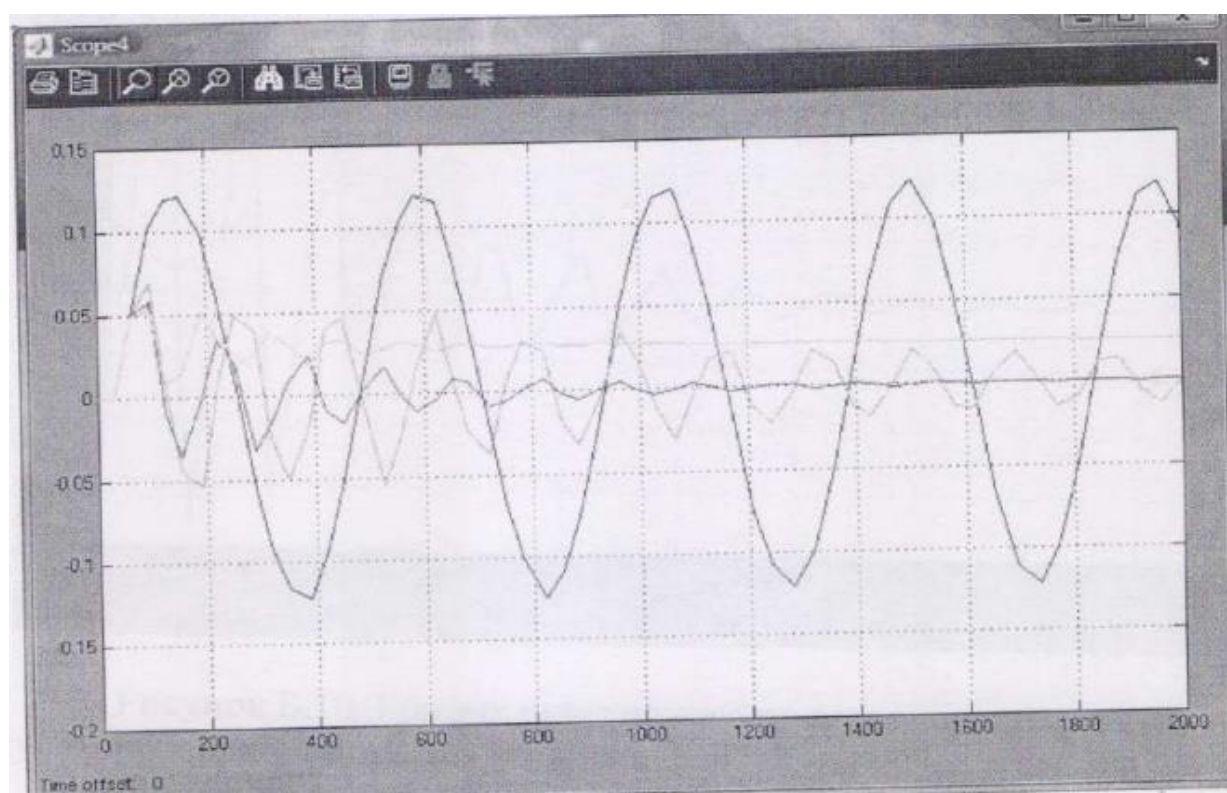
ω	a	b	c	d	P	Q	φ	A	P*	Q*	k0	kp
0	0	-	1	2	-	-	-	0	-	8	0,11	0
0	0	-	1	2	-	-	-	0	-	8	0,12	0
0	0	-	1	2	-	-	-	0	-	9	0,15	1
0	0	-	1	2	-	-	-	0	-	9	0,16	1
0	0	-	1	4	-	-	-	0	-	1	0,36	9
0	0	-	1	4	-	-	-	0	-	1	0,37	1
0	0	-	1	4	-	-	-	0	-	1	0,38	1
0	0	-	1	5	-	-	-	0	-	1	0,42	1
0	0	-	1	5	-	-	-	0	-	1	0,43	1
0	0	-	1	5	-	-	-	0	-	1	0,43	1
0	0	-	1	6	-	-	-	0	-	1	0,43	1
0	0	-	1	6	-	-	-	0	-	1	0,43	1
0	0	-	1	6	-	-	-	0	-	1	0,43	1
0	0	-	1	7	-	-	-	0	-	8	0,38	2
0	0	-	1	7	-	-	-	0	-	7	0,35	2
0	0	-	1	7	-	-	-	0	-	7	0,34	2
0	0	-	1	7	-	-	-	0	-	6	0,31	2
0	0	-	1	7	-	-	-	0	-	5	0,29	2
0	-	-	1	8	-	-	-	0	-	0	0,00	3

2 Кесте – Әдеттегі нысандағы ПИ-реттегіш параметрлерін есептеу нәтижелері

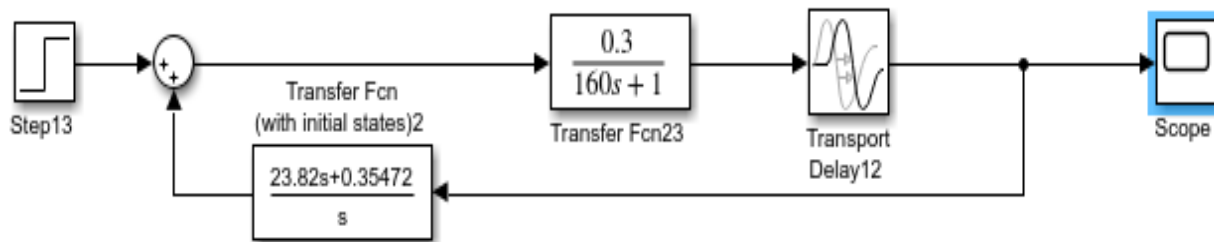
ω	a	b	c	d	P	Q	φ	A	P _*	Q _*	k ₀	k _p
0,008	0,3181559 5	-0,0778581	0,53152	1,28	0,036154	-0,23355	-1,41721	0	0	1	1	1
0,0106	0,3201317 4	1	1	0,0106	1	1	1	1	1	4	7	3
0,012	0,3203110 1	1	4	0,012	1	1	1	1	1	3	5	2
0,014	0,3194435 2	0	1	0,014	2	2	2	2	1	2	2	4
0,024	0, 2935433	1	0	0,024	2	2	2	1	2	4	3	4
0,025	0,2888427 9	1	2	0,025	2	2	2	5	2	47	1	4
0,028	0,2723126 6	1	2	0,028	1	1	1	5	2	5	4	3
0,02994	0,2596527 9	1	2	0,02994	1	1	1	4	1	4	5	5
0,03	0,2592363 1	1	2	0,03	1	1	1	8	1	21	3	2
0,033	0,2364887 3	1	2	0,033	1	1	1	8	1	1	3	1
0,035	0,2192177 6	1	3	0,035	3	3	3	8	1	1	1	1
0,036	0,2099484 9	1	3	0,036	3	3	3	5	3	1	3	3
0,037275 3	0,1975146	0	3	0,037275 3	3	3	3	4 4	3	13	3	1
0, 038	0,1901433 1	1	4	0, 038	3	3	3	5	3	1	3	1
0,039	0,1796090 9	1	4	0,039	3	3	3	5	3	3	3	1
0,043	0,1333025	1	4	0,043	3	3	3	6	3	2	2	2



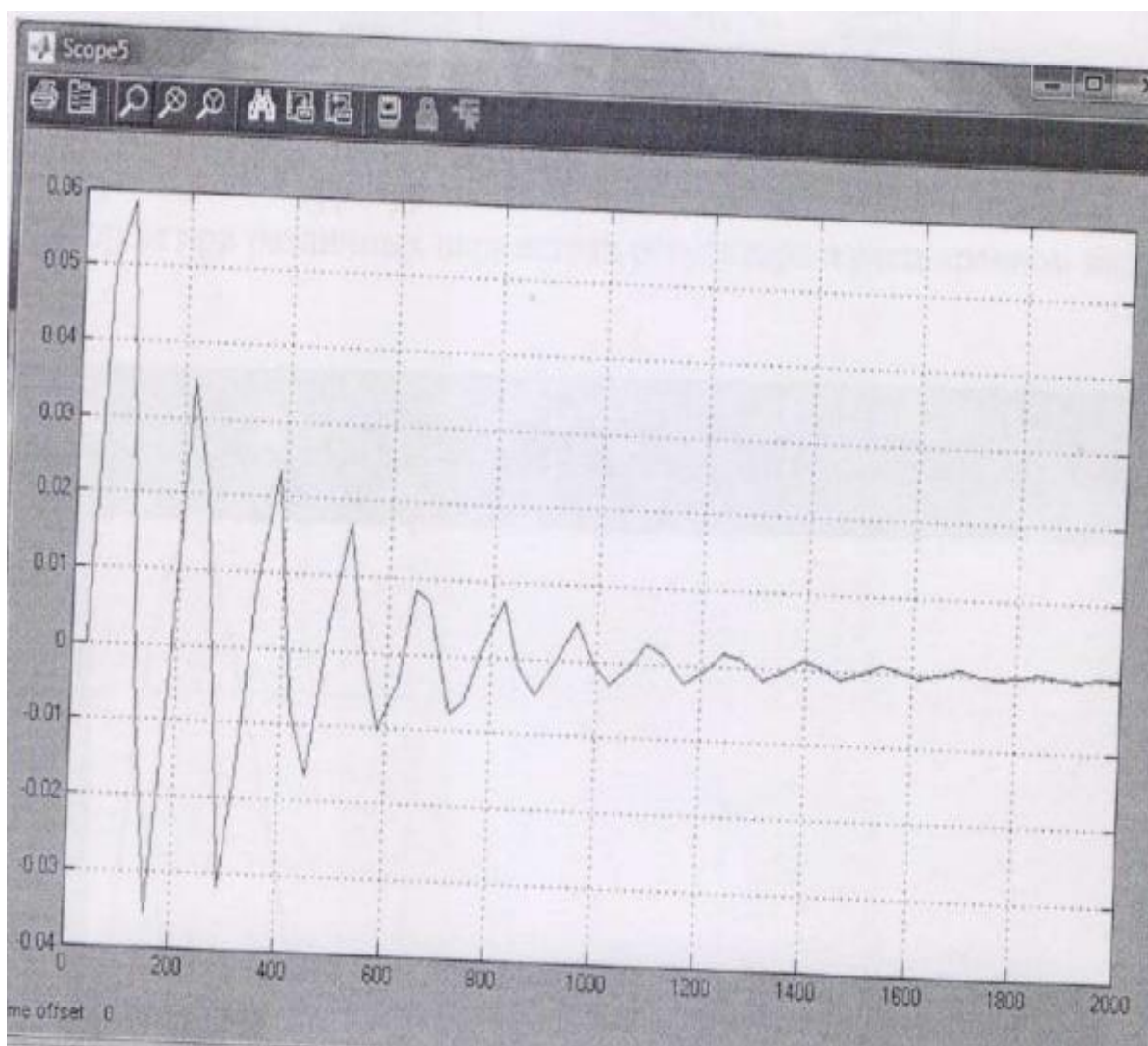
4.5 Сурет – Қалыпты жағдайдағы реттегіштің түрлі параметрлері кезіндегі автоматтандырылған жүйенің ПИ-реттегішті қоса алғандағы құрылымдық сызбасы



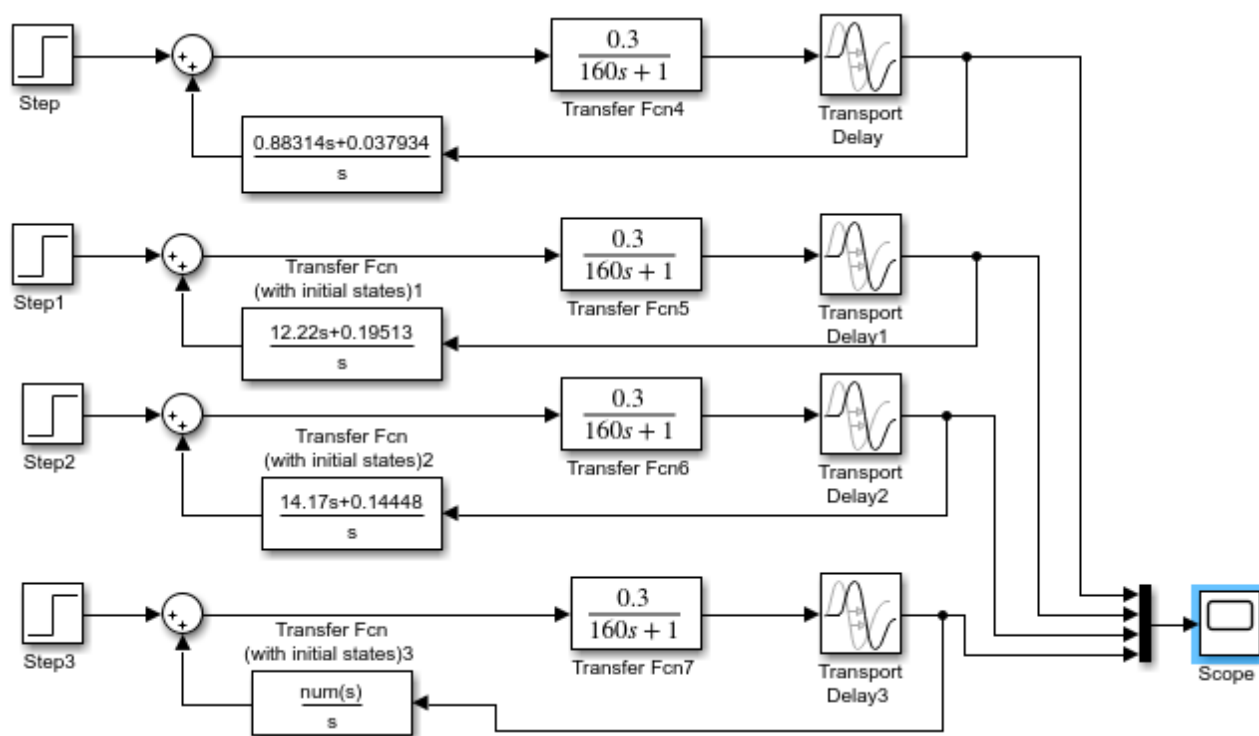
4.6 Сурет – Қалыпты жағдайдағы реттегіштің түрлі параметрлері кезіндегі ПИ-реттегішті қоса алғанда жүйенің өтпелі үдерістің сызбасы



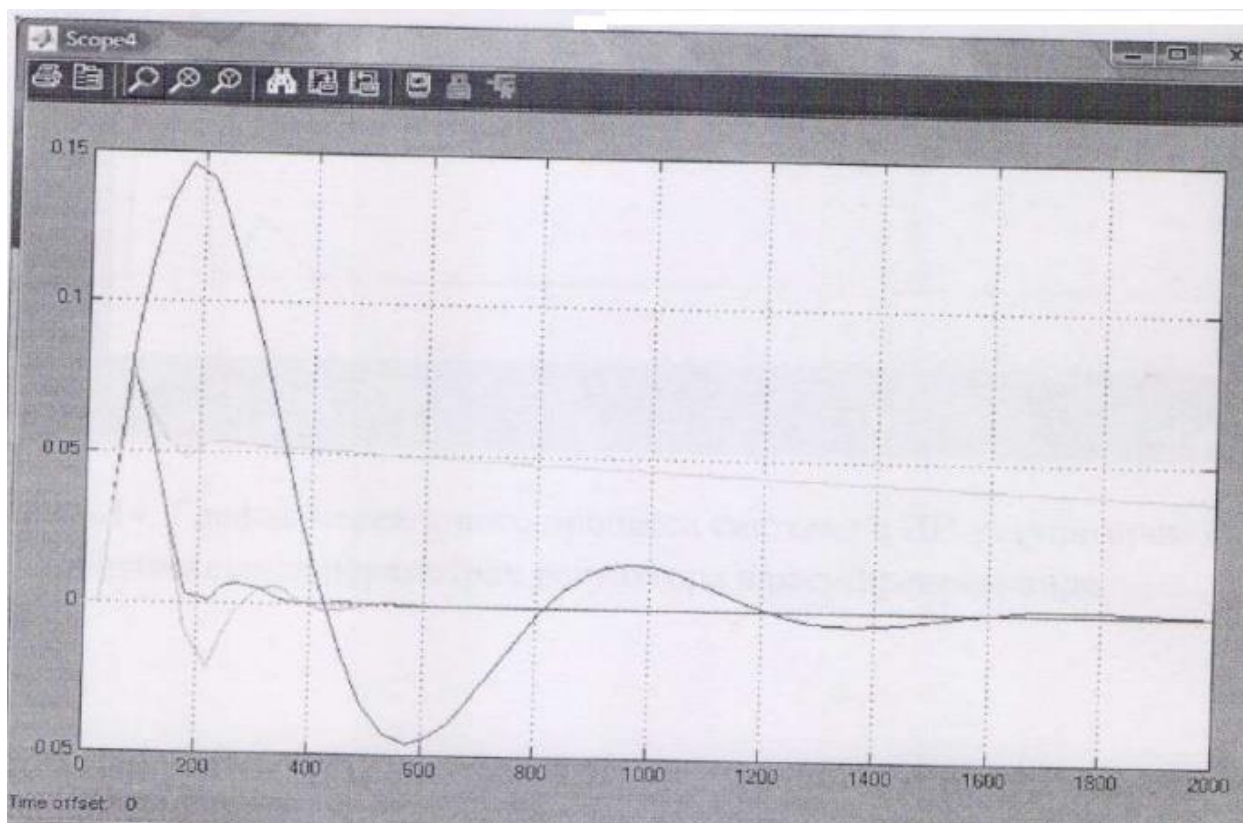
4.7 Сурет - Қалыпты жағдайдағы реттегіштің оңтайлы параметрлері кезіндегі ПИ-реттегіштерімен автоматтандырылған жүйенің құрылымдық сызбасы



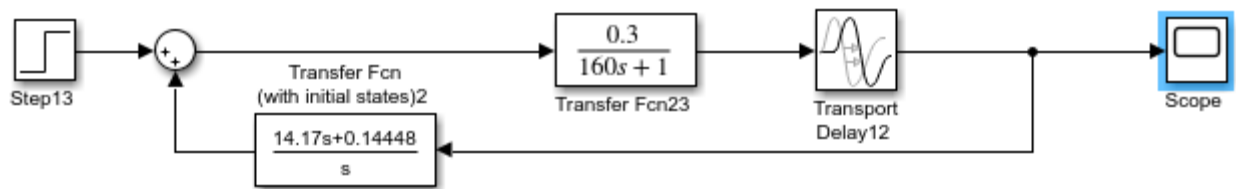
4.8 Сурет – Қалыпты жағдайдағы реттегіштің оңтайлы параметрлері кезіндегі ПИ-реттегіштерімен өтпелі процесс графигі



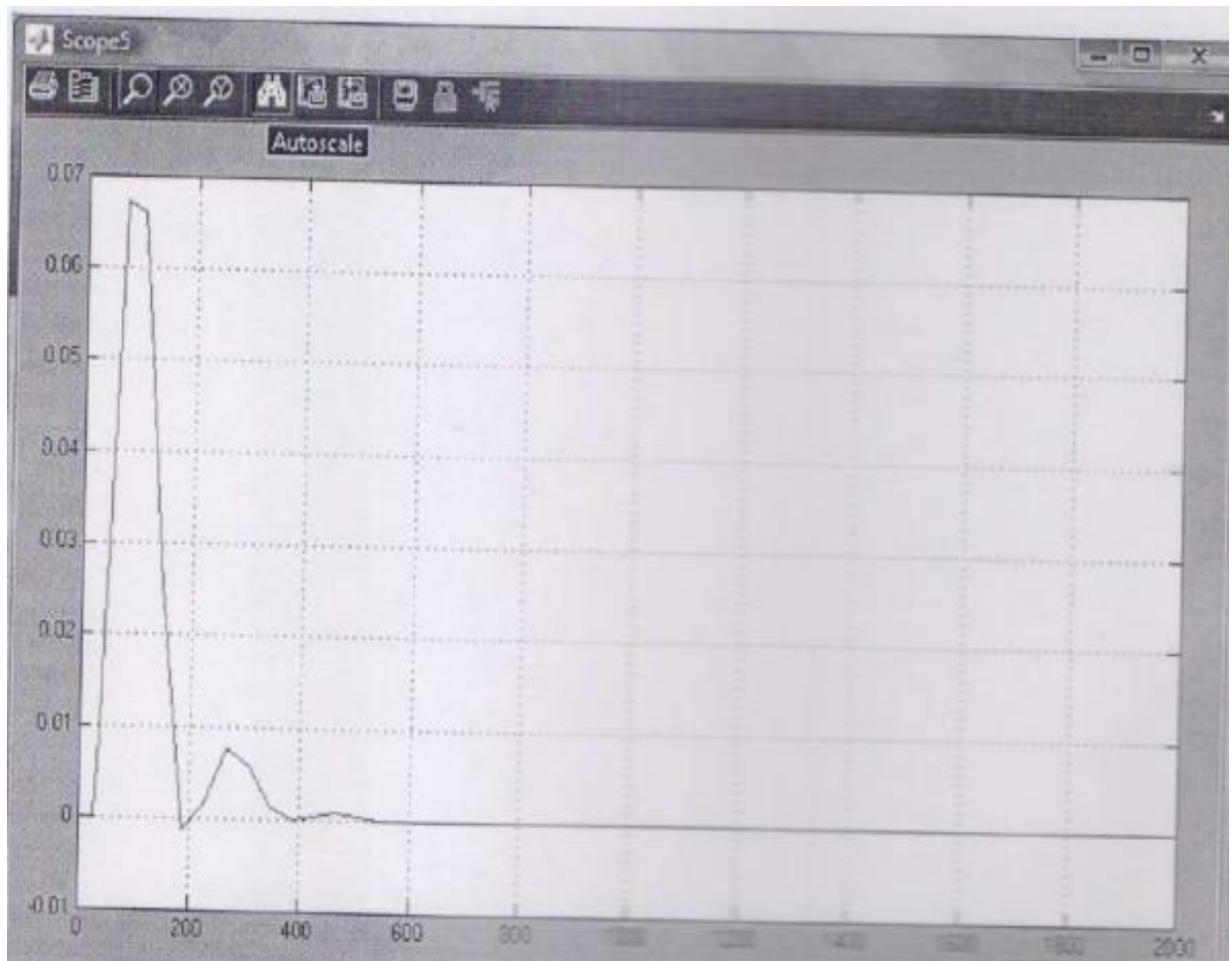
4.9 Сурет – Кеңейтілген түрдегі реттегіштің түрлі параметрлердегі ПИ-реттегішпен автоматтандырылған жүйенің құрылымдық сызбасы



4.10 Сурет – Кеңейтілген түрдегі реттегіштің түрлі параметрлердегі ПИ-реттегішпен жүйенің ауыспалы процесс сызбасы



4.11 Сурет – Кеңейтілген түрдегі реттегіштің оңтайлы параметрлері кезіндегі ПИ-реттегішімен автоматтандырылған жүйенің құрылымдық сызбасы



4.12 Сурет – Кеңейтілген түрдегі реттегіштің оңтайлы параметрлері кезіндегі ПИ-реттегішімен өтпелі процесс сызбасы

4.9 Көмекші жүйелерді автоматтандыру

Көмекші жүйелердің автоматтандыру құралдары МАС – ның технологиялық жабдықтың қалыпты жұмысын (майлау, салқындату) қамтамасыз ететін барлық қызмет ету жүйелерін қамтиды. Автоматтандыру көлемі осы жүйелердің тек профилактикалық жұмыстар мен жөндеуді жүзеге

асыратын пайдалану персоналының қатысуынсыз жұмысты қамтамыз етеуі тиіс.

Автоматтандыру шарттары бойынша МАС-ң көмекші жүйелерін екі топқа бөлуге болады: біреулері агрегат қосылып тұрғанда үздіксіз жұмыс жасайды, ал басқалары магистралды сорғы агрегатының жұмысына қарамастан, қайсыбір параметр мағынасына байланысты болып, іске қосылады.

Қосымша жүйелер, әдеттегідей, екі агрегаттан (сорғы, желдеткіш, компрессор), негізгі және резервті, тұрады, бұлардың әрқайсысы жүйенің қажеттілігін толығымен қамтамасыз ете алады.

Қосымша жүйелердің автоматтандыру сызбалары әдетте автоматтандыру көлемін қамтамасыз ете алады:-операторлық бөлімде жүйенің әрбір агрегатына басқару режимін таңдау:

- «жергілікті», «автоматикалық», «резервтік», және бір режимнен екіншісіне оның қалпын өзгертпей ауысу (яғни жұмыс жасап тұрған агрегат жұмысын жалғастырады, ал іске қосылмаған агрегат сол күйінде қалады);

- «автоматтаық» режиміне ауысқан агрегатты тиісті бұйрықтар бойынша қосу және ажырату;

- негізгі агрегаттың оның жарамсыздығы кезінде ажыратылуы және резервтік агрегатты іске қосу;

- резервті агрегатты оның жарамсыздығы кезінде, негізгі агрегаттағыдай, бұйрықтар бойынша ажырату;

- негізгі және резервті агрегаттардың жарамсыздығына сигнал беру.

Көмекші жүйелердің басқарудың логикалық сызбалары орталықтандырылған майлу жүйесіндей бірдей орындалады. Сорғылар компрессорларды басқарудың электр сызбалары бірдей болады. Көмекші жүйелердің құбырларындағы тартынақтар мен винтельдерді басқару сызбасы МАС-ң тартынағын басқару сызбасымен ұқсас келеді.

4.10 Автоматтандыру жүйесінің экологиялық қауіпсіздігі

Магистралды мұнайқұбырының сызықтық бөлігінің автоматтандыру жүйесі жобасына кіретін техникалық құралдар өздерінің пайдалану сипаттамсына қарай қоршаған ортаға және қызмет көрсету персоналы денсаулығына нұқсан келтірмеуі тиіс.

Мұнай құбырын қорғау. Автоматтандыру жүйесінің негізгі мақсаттарының бірі мұнайқұбырын апаттық жағдайларынан қорғау болып табылады.

Мұнайдың технологиялық ауыспалы қысымы мен температурасы мұнайқұбырының сызықтық тартынақтар алаңдарында режимдік, ауыр және апаттық мағыналарға топтастырылған.

Ауыспалылардың режимдік мағыналары түрлі режимде мұнайқұбырының қалыпты қызмет етуі шегінде өзгеріп отырады.

Ауыспалылардың шектік мағыналары мұнай құбырының нақты учаскелеріндегі апат алдындағы жағдайын білдіреді.

Ауыспалылардың апаттық мағыналары –құбырдың жарылуына әкеліп соқтыратын қысым мен температураның шекті мағыналары.

Магистралды мұнайқұбырының кез-келген учаскесінде мұнай ауыспалылары шектік мағынаға жеткен кезде МАС ЖДП операторныа берілетін ескерту сигналы қалыптасады.

Алайда ауыспалылардың апаттық мағыналар кезінде автоматтандыру жүйесі апаттық жағдай жайлы дыбыстайды.

Егер оператор 30секунд ішінде нақты әрекет жасамаса, жүйе апаттық учаскені автоматты түрде бұғаттап тастайды.

Апаттық сигналдар (белгілер) барлық басқада сигналдарға қарағанда басымдыққа ие.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл жұмыс мұнайды тасымалын басқарудың оңтайлы жүйелерін жасаудың актуалды мәселелеріне арналған.

Осындай үдерісті басқару кезіндегі негізгі мәселе магистралды мұнайқұбырының ең жақсы көрсеткіштеріне қол жеткізу болып табылады, оның ішінде оның негізгі бөлігі-үдерістің берілген параметрлері кезіндегі мұнай айдау сорғы стансаларының қалыпты жұмыс жасауы. Магистралды мұнайқұбырлары туралы негізгі мәліметтер, олардың құрылыстары келтірілген. Сонымен қатар оның технологиялық сызбасына түсіндіру берілген. Мұнай құбырының технологиялық есебі жүргізілген.

Технологиялық үдерістің математикалық модельдері жасалынған. Магистралды мұнайқұбырларының сорғы стансалары автоматтандыру шешімдері қарастырылған.

Сорғы стансаларсындағы қысымды автоматты реттеу жүйесі сипатталған. Сорғы стансаларын басқарудың интеллектуалды жүйе бөлшегі жасалынған. Нысанның ауыспалы функциясы сәйкестендірілген, автоматтандыру нысаны ретінде мұнай құбыры сипатын реттеу әдістері келтірілген. Жұмыс нәтижелері MATLAB ортасында есептелген.

Соңғы бөлімінде магистралды мұнай құбырының сипаттамасы, жалпыстанциялық автоматика жүйесі, аралық мұнай айдау станциясының автоматтандыру жүйесі, насос станцияларын автоматтандыру, қосалқы жүйелерді автоматтандыру қарастырылған.

ҚЫСҚАРТУЛАР МЕН ТЕРМИНДЕР ТІЗБЕГІ

ММҚ	магистралды мұнай құбыры
МАС	мұнай айдайтын стансалар
БМАС	бастапқы мұнай айдайтын стансалар
РП	резервуар паркі
СУ	сызықтық учаске
МСС	магистралды сорғы станциясы
МСА	магистралды сорғы агрегаттар
КСС	күшейткіш сорғы агрегаттары
КСА	күшейткіш сорғы агрегаттары
КЖ	көмекші жүйе
ҚРЖ	қысымды реттеу жүйесі
МЕАТ	мұнайды есепке алу торабы
ҚКҚҚ	қырғышты қосу-қабылдау құрылғысы
ЖДП	жергілікті диспетчерлік пункт
АДП	аудандық диспетчерлік пункт
ОДП	орталық диспетчерлік пункт
СА	сорғы агрегаты
АЖ	автоматтандыру жүйесі
АРЖ	автоматты реттеу жүйесі
ДТ	дросселдеуші тартынақ
ТҮБАЖ	технологиялық үдерісті басқарудың автоматты жүйесі
БТЖ	тарқатылған есептеу жүйесі
ТЕЖ	тарқатылған есептеу жүйесі
БЛК	бағдарланатын логикалық контроллер
ЛЕЖ	локалды есептеу желі
АЖО	автоматтандырылған жұмыс орны

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 А. Бекбаев, Д. Сүлеев, Б. Хисаров. Автоматты реттеу теориясы. Оқулық - Алматы, 2005.
- 2 А.Л. Романчик, Л.Н. Рудакова. Автоматизация технологических процессов. Учебное пособие.- Алматы: АИЭС, 1999. – 89 с.
- Галлеев В.Б. Автоматизация и телемеханизация магистральных нефтепроводов. М.: Недра, 1976.
- 3 Васильев Г.Г., Коробков Г.Е., Коршак А.А., Лурье М.В., Писаревский В.М., Прохоров А.Д. Трубопроводный транспорт нефти. М: Недра, 2002.
- 4 Сулейманов Р.Н., Галеев А.С., Бикбулатова Г.И. Эффективность работы насосных агрегатов. М.: 2004.
- 5 Нечваль А.М., Коршак А.А. Трубопроводный транспорт нефти, нефтепродуктов и газа. М.: 2005.
- 6 Нұрсұлтанов Д.Т. Мұнайды өңдеу және тасымалдау. Алматы 2002
Джиенбаев Н.К. Мұнайды айдау және тасымалдау. Алматы 2006
- 7 Лабоче П.В. Насосы и насосные станции. М.: Стройиздат. 1990
- 8 Ишмухамедова Т.Р., Капанова А.К. Кәсіпкерлік іс-әрекеттің экономикалық негізі. Алматы: 2002.
- 9 <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-117-nasos/44.htm>
- 10 Сулеев Д.К., Тяжин Ж.Т., Нургалиева Г.К. и др.. Охрана труда в нефтегазодобывающей промышленности. Алматы: КазНТУ, 2002.
- 11 Денисенко Г.Ф. Охрана труда: Учебное пособие для ВУЗов. М.: Высшая школа, 1985.
- 12 Б.Т. Жумагулов, Ш.С. Смагулов, А.У. Евсеева, Л.А. Нестеренкова. Жоғары деңгейлі тұтқыр және жоғары деңгейлі қатып қалушы мұнайды құбыр арқылы тасымалдау. -Алматы:НИЦ «Ғалым», 2002.
- 13 Системы автоматизации в нефтяной промышленности : учебное пособие [Прахова М. Ю. и др.] ; под общ. ред. М. Ю. Праховой.– Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Шаукенов Рамазан Кенжебайұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Мұнай айдау үрдісін басқару жүйесін жасау

Научный руководитель: Нурлан Сарсенбаев

Коэффициент Подобия 1: 3.3

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 23

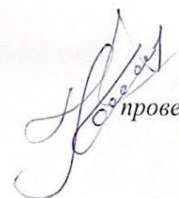
Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- ☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- ☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- ☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- ☐ Обоснование:

Дата

 проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Шаукенов Рамазан Кенжебайұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Мұнай айдау үрдісін басқару жүйесін жасау

Научный руководитель: Нурлан Сарсенбаев

Коэффициент Подобия 1: 3.3

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 23

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрыва плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата

Заведующий кафедрой



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

СЫН – ПІКІР

Дипломдық жоба

Шаукенов Рамазан Кенжебайұлы

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Тақырыбына: «Мұнай айдау үрдісін басқару жүйесін жасау»

Орындалды:

а) графикалық бөлім 8 бет;

б) түсініктеме жазбасы 62 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Бұл дипломдық жобада мұнай айдау үрдісін басқару жүйесін жасау, оған толықтай мәлімет беріліп, жан-жақты зерттелген.

Технологиялық бөлімде магистралды мұнай құбырлары туралы негізгі мәліметтер, магистралды құбырлармен мұнай тасымалдау үрдісінің жалпы технологиялық сұлбасы қарастырылған, магистралды мұнай құбырларын басқарудың сұлбалары және мұнай тасымалдау үрдісінің жалпы сұлбасы көрсетілген.

Соңғы бөлімінде магистралды мұнай құбырының сипаттамасы, жалпыстанциялық автоматика жүйесі, аралық мұнай айдау станциясының автоматтандыру жүйесі, насос станцияларын автоматтандыру, қосалқы жүйелерді автоматтандыру қарастырылған.

Осыдан кейін математикалық модель құрылып, оны MatLab бағдарламасында Simulink пакетінде модель жиналды сосын нәтижесінде график түрінде алынды.

ЖОБАНЫ БАҒАЛАУ

Дипломдық жобада бүкіл мәселелер толықтай қарастырылған дей келе, « 95 % » және толық деп бағалап, оны орындаушы Шаукенов Рамазан Кенжебайұлы 5B070200 - «Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша бакалавр лауазымына лайықты деп санаймын.

Сын – пікір беруші:

АУЭС, профессор,

техника ғылымдарының докторы

Ш.Б.Биттеев

«15» мамыр 2022 ж.

Қызметі

Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю

«16»

05

аты-жөні

2022 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жоба

Шаукенов Рамазан Кенжебайұлы

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Тақырыбына: Мұнай айдау үрдісін басқару жүйесін жасау

Дипломдық жобада мұнай айдау үрдісін басқару жүйесін жасау, оған толықтай мәлімет беріліп, жан-жақты зерттелген.

Технологиялық бөлімде магистралды мұнай құбырлары туралы негізгі мәліметтер, магистралды құбырлармен мұнай тасымалдау үрдісінің жалпы технологиялық сұлбасы қарастырылған, магистралды мұнай құбырларын басқарудың сұлбалары және мұнай тасымалдау үрдісінің жалпы сұлбасы көрсетілген.

Мұнай құбыры арқылы мұнайды тасымалдау және тиімді жақтарын қарастырылған.

Математикалық моделдерді сипаттау бөлімінде: таратылған параметрлері бар басқару объектілерінің, сұйықтың құбыр бойымен ағуының математикалық моделдерін көрсетілген.

Соңғы бөлімінде магистралды мұнай құбырының сипаттамасы, жалпыстанциялық автоматика жүйесі, аралық мұнай айдау станциясының автоматтандыру жүйесі, насос станцияларын автоматтандыру, қосалқы жүйелерді автоматтандыру қарастырылған.

Студент диплом жұмысын жазу процесінде диплом жұмысын жазу әдістерін дайындауды меңгерген.

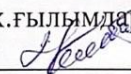
Дипломдық жоба Қазақстан Республикасының жоғары оқу орындарына қойылған талаптарды қанағаттандырады.

Студент Шаукенов Р.К. дипломдық жобаны орындау барысында өзінің еңбекқорлығын тиянақтылығын көрсете білді.

Жалпы дипломдық жобаны толық деп бағалап, оның авторы Шаукенов Рамазан Кенжебайұлы 5B070200-«Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша дипломдық жобаны қорғау және бакалавр мамандығына лайықты деп санаймын.

Ғылыми жетекші:

Тех.ғылымдарының кандидаты

 Көшімбаев Ш.К.

«14» мамыр 2022 ж.

