

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Әбдібек Олжас Асқарұлы

Резервуарларын сақтау орынды автоматтандыру

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



« Резервуарларын сақтау орынды автоматтандыру » тақырыбына  
Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Орындаған:  
Пікір беруші;  
Реценцент  
Доктор PhD  
 Абжанова Л.Қ.  
« 11 » мамыр 2022ж

Әбдібек Олжас  
Ғылыми жетекші:  
Техника және технология  
магистрі, лектор  
 Мүсілімов Қ.Б.  
« 06 » мамыр 2022 ж.

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



**Дипломдық жобаны дайындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Әбдібек Олжас Асқарұлы

Жобаның тақырыбы: «Резервуарларын сақтау орынды автоматтандыру»

Университет ректорының «14» қаңтар. 2022 жылғы ғылыми кеңесінің

№ 489 бұйрығымен бекітілген. Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі

«13» 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;

в) есептік бөлім; экономикалық бөлім, еңбек қорғау бөлімі;

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



1 Ұсынылған негізгі әдебиеттер: Автоматизация типовых технологических процессов : учеб. пособие / Ш.К. Кошимбаев, С.С. Жусупбеков ; Каз. нац. исслед. техн. ун-т им. К. И. Сатпаева. - Алматы : КазНІТУ, 2016. - 276 с. : ил. - (ҚазҰТЗУ). - ISBN 978-601-228-930-5.

Дипломдық жобаны даярлау

**КЕСТЕСІ**

Бөлім атаулары, қарастырылған сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, Кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	01.02.2022	
Арнайы бөлім	18.03.2022 ж.	

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

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Есептік бөлім	Мүсілімов Қ.Б техника және технология магистрі, лектор	06.05.2022	
Нормалық бақылаушы	Н.С.Сарсенбаев техн.ғыл.канд., Ассистент-профессор	10.05.2022	

Ғылыми жетекшісі \_\_\_\_\_

 Мүсілімов Қ.Б

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы \_\_\_\_\_

 Әбдібек О.А.

Күні « 17 » қаңтар 2022 ж.

## АҢДАТПА

Берілген дипломдық жобада резервуар паркін автоматты басқару сұрақтары қарастырылады. Резервуар паркін қолданған кездегі оның сенімділігі және тиімді жақтары қарастырылған.

Технологиялық бөлімде резервуар парктің автоматты түрде жұмыс жасайтын құрылғылардың, тәртіптерінің барлық түрі қарастырылған және бұрынғы басқару және бақылау практикасы қарастырылған. Арнайы бөлімде резервуар парктің құрамы, оның объект ретінде басқарылуы, негізгі технологиялық операциялар, бұл жүйенің структурасы мен мәні.

Қазіргі кезеңдегі резервуар парктің автоматты түрде жұмыс жасалуы, оның автоматты түрде басқарудың тиімділігі жөнінде ақпараттар қарастырылады.

## АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте рассматриваются вопросы автоматического управления резервуарным парком. Рассмотрены надежность и преимущества использования резервуарного парка.

Технологический раздел охватывает все типы устройств, режимы автоматической работы резервуарного парка и предыдущую практику управления и контроля. В специальном разделе состав резервуарного парка, управление им как объектом, основные технологические операции, структура и сущность системы.

Рассмотрены сведения об автоматической работе резервуарного парка на современном этапе, эффективности его автоматического управления.

## ANNOTATION

The basic tasks of tank farm automatic control in conditions this project. All potentialities and optimal application of the tank farm in industry are described in it.

Automatic working mode operation of auxiliary automation means and existing practice of control and tank farm management are described in the technological part.

The special part consists of the sections: the tank farm as an object of control, the general process operations, system structure and sense.

The tank farm operates in automatic mode at this time and its optimal controlling and information provision are shown in it.

## МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	9
1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМІ	10
1.1 Технологиялық процесстің қысқаша сипаттамасы	10
1.2 Резервуар паркі	10
1.3 Резервуар жайында жалпы мәліметтер	11
1.4 Резервуар конструкциясы	12
1.5 Резервуар конструкциясына арналған материалдар	13
1.6 Резервуар құрылғылары	14
1.7 Резервуарлар паркіндегі мұнайды автоматты өлшеу түрлері	15
1.8 Объектіде өтетін процестер	16
1.8.1 Үлкен және кіші ауа алу және олардың алдын алу әдістері	17
1.8.2 Су сепарациясы	18
1.8.3 Парафинді азайту жолдары	18
1.9 Резервуар паркін автоматтандыру қажеттілігінің негіздемесі	19
1.10 Резервуар және резервуар паркінің классификациясы	19
1.11 Резервуардағы қауісіздік	20
2 АРНАЙЫ БӨЛІМ	24
2.1 Резервуар паркінің құрамы	24
2.2 Резервуар қоймалары басқару объектісі ретінде	27
2.3 Автоматтандырудың функционалдық сұлбасын	30
3 ЕСЕПТІК БӨЛІМІ	34
3.1 Резервуардағы мұнайдың булану процесін математикалық модельдеу	34
ҚОРЫТЫНДЫ	48



## КІРІСПЕ

**Жұмыстың мақсаты.** Дипломдық жұмыста қарастырылатын мұнайды сақтайтын резервуар парктерін автоматтандыруды және резервуардағы газ қысымын реттеуді зерттеу болып табылады.

**Тақырыптың өзектілігі.** Резервуар паркін автоматтандырудың қазіргі кезде өзектілігі мұнай сақталуының тиімділігі болып табылады. Мұнайды резервуарада сақтау шығының азайту және сапасын жоғарғы деңгейде мейлінше ұзақ сақталуын сонымен қатар адам денсаулығын қорғау үшін автоматты реттегіштерді қолдану маңызды болып табылады. Жалпы мұнай өнеркәсібін автоматтандыру адамды ауыр және қайталанатын физикалық еңбектің үлкен көлемінен босатып қана қоймайды, сонымен қатар өндірістің адам жасай алмайтындай жылдамдықпен, дәлдікпен, сенімділікпен және үнемділікпен жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

**Жұмыстың тапсырмасы мен міндеттері.** Бірінші тарауда жалпы мұнай сақтайтын резервуарлар туралы жалпы мәлімет қарастырылған. Мұнай сақтайтын резервуар паркi туралы және жалпы резервуар конструкциясының құрылуы сипатталады. Резервуарларды жасаудағы конструкциясына арналған материалдар олардың түрлері жазылады. Резервуар паркіндегі жалпы қолданылатын құрылғылар және болатын процесстер туралы айтылады. Оларға үлкен және кіші ауа алу және олардың алдын алу әдістері, су сепарациясы және парафинді азайту жолдары туралы жазамыз. Содан кейін мұнай сақтайтын резервуарда мұнайдың деңгейін өлшеу түрлерін сипаттаймыз. Осыдан басқа тағы резервуар паркін автоматтандырудың қажеттілігі түсіндіріледі. Резервуар паркiнің классификациясымен оның өрттен қауіпсіздігін қарастырылады.

Екінші тарауда алты резервуардан тұратын резервуар паркiнің функционалдық сұлбасы сызылып, сипатталады. Жалпы резервуар паркiнің құрылысы көрсетіледі. Автоматты басқару жүйесі ретінде резервуар паркін аламыз және соны сипаттаймыз.

Үшінші тарауда газ қысымын автоматты реттеу жүйесін әзірлеуі жайында есептеулер жүргізіліп, автоматты басқару жүйесі газ қысымын реттеу туралы математикалық модель құрылып, оны MatLab бағдарламасында Simulink пакетінде модель жиналады. Осыдан оның нәтижесін график түрінде аламыз.

# **1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМІ**

## **1.1 Технологиялық процесстің қысқаша сипаттамасы**

Мұнай қоймасы мұнай өндіру процесінің маңызды бөлігі болып табылады. Бұл ұзақ уақыт бойы ағып кетпестен резервтің жоғары сапалы сақталуын қамтамасыз етеді [5].

Өнімді жинау, сақтау және қабылдау үшін бірнеше резервуарлардан және оларды байланыстыратын құбырдан тұратын мұнай қоймалары бар [5].

Магистральдық мұнай құбырларындағы мұндай мұнай қоймалары резервуар паркі деп аталады [6].

Магистральдық құбырдың басы, ортлық және соңғы станцияларының құрамына кіретін ірі резервуар парктері тәулік бойы жұмыс істейді және олардың айналымы жоғары. 10 резервуарға дейін және одан да көп резервуарлар мұнай өңдеу зауыттарынан мұнай өнімдерінің әртүрлі түрлерін қабылдауға, құбырға айдауға немесе құюға, база ішінде айдауға байланысты тауарлық операцияларға және т.б. орындалады [6].

Магистральдық құбырлар станцияларындағы резервуарларды пайдаланудың ерекшелігі толтыру және босату жылдамдығының жоғарылауы болып табылады. Сорғы өнімділігі 4000-7000 м<sup>3</sup>/сағ дейін жетеді [6].

## **1.2 Резервуар паркі**

Резервуар паркі – сұйық өнімдерді (мұнай, мұнай өнімдері, сұйық көмірсутектер, химиялық өнімдер, су және т.б.) сақтауға немесе жинақтауға арналған өзара байланысты жеке немесе топтық резервуарлар кешені; технологиялық құбырлармен, жапқыш арматуралармен, паркішілік айдауға арналған сорғы қондырғыларымен, өнімнің жоғалуын азайту жүйелерімен, қауіпсіздік, өрт сөндіру және автоматика құралдарымен жабдықталған [3].

Цистерналық парктер магистральдық құбырларды біркелкі тиеуді, өнеркәсіптік аудандар мен қалалар бойынша мұнайды, мұнай өнімдерін және суды тұтынудағы шарықтау және маусымдық бұзушылықтарды өтеуді, өнімді араластыру, жылыту және белгілі бір деңгейге дейін жеткізу бойынша технологиялық операцияларды жүргізу үшін авариялық және стратегиялық резервтерді жинақтауды қамтамасыз етеді. стандартты және өнім санын өлшеу үшін тауарлық коммерциялық операциялар үшін пайдаланылуы мүмкін [6].

Цистерналық парктер жалпы халық шаруашылығын мұнаймен қамтамасыз ету жүйелерінің сенімділігін арттыруды қамтамасыз етеді. Цистерналық парктер мұнай кен орындарының, мұнай базаларының, магистральдық мұнай құбырларының, мұнай өнімдерінің құбырларының және су құбырларының бас және аралық (қуатты) сорғы станцияларының, мұнай өңдеу зауыттарының,

мұнай-химия кешендерінің құрамына кіре алады, сондай-ақ дербес кәсіпорын бола алады.

Айдау станциясының резервуарлық паркі - мұнай құбырының немесе мұнай өнімдері құбырының жекелеген учаскелерінің әртүрлі гидравликалық жұмыс режимі кезінде мұнай немесе мұнай өнімдерін қабылдау, сақтау және айдау технологиялық операцияларын орындауға, мұнай немесе мұнай өнімдерін құю эстакадаларындағы теміржол цистерналарына құюға, сақталатын және тасымалданатын мұнай немесе мұнай өнімдерін есепке алуға, мұнай немесе мұнай өнімдерінің сапасын бақылау нәтижесінде түзілетін технологиялық қоспаларды таратып салуға және түзетуге арналған оның негізгі технологиялық объектілерінің бірі мұнай өнімдерінің әртүрлі сұрыптарын бір құбыр арқылы айдау кезінде араластыру, сондай бас айдау станциялары мен құю пункттерінде мұнайдың немесе мұнай өнімдерінің белгілі бір қорын құру үшін [6].

Аралық айдау станцияларының бірінің қысқа мерзімді жоспарлы немесе авариялық тоқтауы кезінде мұнай немесе мұнай өнімі осы станцияның резервуарлық паркіне түседі, ал келесі станция өзінің резервуарлық паркіндегі мұнай немесе мұнай өнімінің есебінен жұмысын жалғастырады [2].

Резервуарлық парктердің сыйымдылығы сорғы станциясының мақсатына байланысты. Осылайша, бас айдау станцияларының резервуарлық парктері мұнайды немесе мұнай өнімдерін сорттар бойынша қабылдауды (жүйелі айдау кезінде), жекелеген мұнай немесе мұнай өнімдерінің оңтайлы қорын (партия көлемін) және мұнай құбырының немесе мұнай өнімдерінің үздіксіз жұмысын қамтамасыз ететіндей етіп жобаланады [8].

### **1.3 Резервуар жайында жалпы мәліметтер**

Резервуар - беті илектелген болаттан жасалған үлкен тігінен орналасқан металл цилиндр болып келеді. Резервуарлардың жоғарғы бөлігінде қабырғаның қалыңдығы төменгі бөлікке қарағанда азырақ. Металл резервуарлар жердің үстіне орнатылады. Кейде қабырғалары темірбетоннан жасалған темірбетонды цилиндрлы болып келеді. Темірбетон резервуарлар металды үнемдеумен қатар, бірқатар технологиялық артықшылықтарға ие, мысалы, қалың қабырғалардың арқасында майды баяу қыздырады және булану шығындарын азайтады. Ең үнемді резервуарлар дөңгелек болып келеді, ал тікбұрышты резервуарларды жасау оңай болып табылады. Негізінде резервуарлық парктерде әртүрлі сыйымдылықтағы резервуарлар қолданылады - 100-ден 120 000 м<sup>3</sup>-ге дейін болады [6].

Резервуардың сыйымдылығы ең төменгі және ең жоғары толтыру деңгейлерімен анықталады. Ең төменгі деңгей ол резервуарды айдау мүмкін емес кездегі деңгей. Резервуарды және сорғыларды орналастыру шарттарына сәйкес төменгі деңгей шамамен тарататын құбырлар осінде орналасқан [8].

Максималды деңгей резервуардың құрылымын бұзбай толық толтыру шарттарынан анықталады. Автоматтандыру жүйесінің және резервуардың конструкциясын қашықтан басқарудың дұрыс жұмыс істемеуі кезінде авариялық деңгейге дейін толтырудан асып кетуге рұқсат етіледі [8].

Резервуардағы мұнайдың көлемін градирлеу кестесі бойынша резервуардың толтыру биіктігіне байланысты анықталады, онда арнайы жүргізілген дәл өлшеулердің негізінде биіктіктің әрбір сантиметрі арқылы толтырудың кез келген деңгейіне сәйкес келетін мұнай көлемі көрсетіледі [5].

Мұнай резервуарға қабылдау құбырлары арқылы түседі және айдау құбырлары арқылы шығарылады. Кейбір жағдайларда бір құбырды тарату құбыры ретінде де қолдануға болады [5].

Резервуарлар резервуар паркінің коллекторлық құбырларына салалық құбырлар арқылы біріктіруші құбырлар арқылы қосылады. Резервуарлардың жанындағы жалғастырушы құбырларға ысырма клапандары, коллекторларға қосылу нүктелеріндегі жалғастырғыш құбырларға жабылатын клапандар орнатылады. Бұл клапандардың кейбіреулері жұмыс істейді және технологиялық операциялар кезінде пайдаланылады, ал басқалары жұмыс клапандары істен шыққан кезде резервуарлардың жұмысын тоқтатуды қамтамасыз етеді [6].

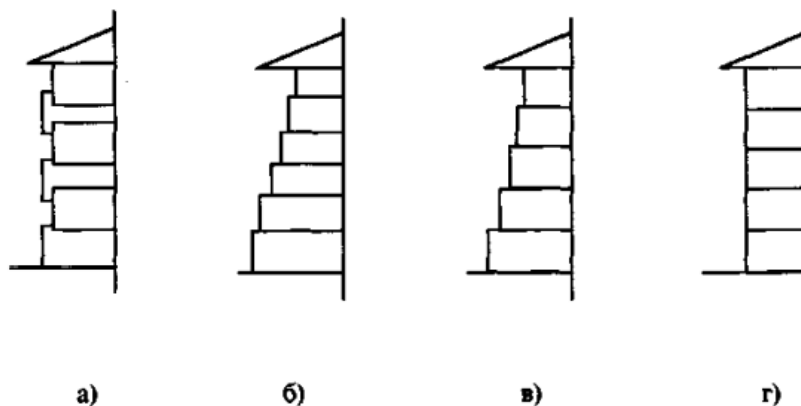
Қабылдау коллекторларында мұнай құбырынан мұнай құйылады және резервуарлар арасында бөлінеді, ал қабаттардағы мұнай тарату коллекторлары арқылы күшейткіш сорғы станциясына беріледі. Қабылдау және тарату үшін коллекторды таңдау коллекторлардағы клапандармен жүзеге асырылады. Цистерналар паркінің технологиялық сызбасы авария немесе персоналдың дұрыс емес әрекеті салдарынан коллекторлардағы клапандар тоқтаған жағдайда сақтандырғыш клапандар арқылы мұнай құйылатын арнайы цистерналарды бөлуді қарастырады [4].



1.1 Сурет - Резервуар паркі

#### 1.4 Резервуар конструкциясы

Мұнай резервуарлары әртүрлі пішіндер мен конструкцияларға ие болуы мүмкін және болаттан және темірбетоннан жасалған. Болат резервуарлардың конструкциясы мақсатына байланысты таңдалады, яғни технологиялық параметрлерге байланысты болады. Орналасуы бойынша резервуарлар жер үсті және жер асты, пішіні бойынша тік және көлденең цилиндрлік және сферодты болып бөлінеді. Конструкцияларының қосылу түріне байланысты резервуарлар дәнекерленген және тойтарылған, ал орнату әдісі бойынша қаңылтыр және орамды құрастыру болады және вертикалды резервуардың корпусын салу кезінде болатты белбеулер төрт жолмен орналастыруға болады: сатылы (а), телескопиялық (б), аралық (в) және қойманың барлық биіктігіндегі бірдей ішкі аралық диаметрлі (г) болып келеді [8].



1.2 Сурет - Болаттық белбеулердің орналасу тәсілдері

Темірбетонды резервуарлар пішіні бойынша дөңгелек және төртбұрышты болуы мүмкін. Ең үнемді резервуарлар дөңгелек, ал төртбұрышты резервуарларды жасау оңайырақ болып келеді. Темірбетон резервуарлары металды үнемдеу жағынан және болаттан жасалғанға қарағанда тиімдірек, сонымен қатар қабырғалары қалың болғандықтан оларда мұнай баяу қызады және булану шығыны азырақ болады. Тік цилиндрлік болат резервуарлар 100-ден 120 000 м<sup>3</sup>-ге дейін болуы мүмкін. Резервуарлардың қақпағы бекітілген немесе өзгермелі понтан шатыры түрінде болуы мүмкін. Көлденең цилиндрлік резервуарлардың сыйымдылығы 3-тен 200 м<sup>3</sup>-ге дейін болады және олар жерде және жер астында орналасуы мүмкін. Көлденең болаттан жасалған резервуарлардың түбі тегіс, конустық, сфералық болуы мүмкін [8].

### 1.5 Резервуар конструкциясына арналған материалдар

Мұнай цистерналары жердегі, жартылай көмілген және жер асты жанбайтын материалдардан жасалған. Мұнай цистерналары жердегі, жартылай көмілген және жер асты нұсқаларында жанбайтын материалдардан жасалған [5].

Болат резервуарлардың төбесі қалыңдығы кемінде 2,5 мм болатын ST.3 маркалы болаттан жасалған. Қабырғалық парақтардың қалыңдығы төменнен жоғарыға қарай - 14 + 6 мм болады [5].

Темірбетонды резервуарлар болат резервуарларға қарағанда аз пайдаланылады және мазут, жеңіл майлы майларды сақтауға арналған [5].

Темірбетонды резервуарлардың ішкі қабырғалары резервуардың бетон қабырғалары арқылы сақталған өнімнің сүзілуіне жол бермейтін үздіксіз қорғаныс қабатымен жабылған [5].

## 1.6 Резервуар құрылғылары

Резервуарларға келесі жабдықтар орнатылады: резервуарды ішкі тексеруге, жөндеуге және тазалауға арналған резервуардың төменгі белдеуіндегі люк;

- желдету мен жарықтандыруға арналған резервуардың қақпағындағы люк;
- резервуардағы сұйықтық деңгейін бақылауды өлшеуге және автоматты деңгей өлшегіш пен сынама алғыштан шыққан кезде зерттеу үшін сынамалар алуға арналған люк;

- деңгей өлшегіш;

- сынама алғыш;

- резервуардың газ кеңістігіне оттың немесе ұшқынның түсуіне жол бермейтін өрт сақтандырғышы;

- резервуарда пайда болған өртті сөндіруге арналған пенокамера;

- қабаттың әртүрлі деңгейлерінен мұнай айдауға арналған артикуляциялық көтергіш құбыр;

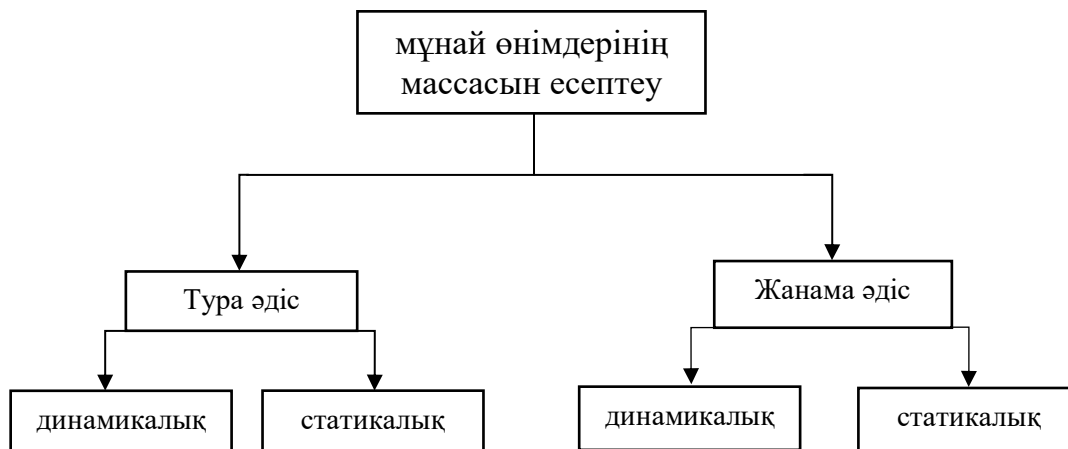
- құю және түсіру жұмыстары кезінде резервуарды апаттардан қорғау және жеңіл мұнай фракцияларының жоғалуын азайту үшін сақтандыру клапандары[7].

Резервуардың негізгі жабдықтарының жұмысын қысқаша қарастырайық. Қақпа құбырдың жарылуы немесе резервуар клапанының істен шығуы жағдайында майдың жоғалуын болдырмауға арналған. Ол көлбеу кесілген корпустан және оған мықтап бекітілген қақпақтан тұрады, шанақпен рычагтық механизм арқылы жалғанған. Ауа клапаны мұнайды беру немесе алу кезінде, сондай-ақ тәулік ішінде температураның ауытқуы кезінде резервуардағы газ-ауа буларының қысымын реттеуге арналған. Резервуардың ішіндегі қысым көтерілген кезде клапан көтеріліп, артық газ сыртқа шығады, ал резервуар ішіндегі қысым азайған кезде клапан ашылып, резервуарға ауа кіреді. Клапан белгілі бір қысымға реттеледі, резервуар ішіндегі қысым немесе вакуум белгілі бір мәнге жеткенде ғана ашылады және жабылады. Қауіпсіздік гидравликалық клапан ауа алу клапанының дұрыс жұмыс істемеуі немесе оның көлденең қимасы

газдарды немесе ауаны жылдам өткізу үшін жеткіліксіз болған жағдайда резервуардағы газ-ауа буларының қысымын реттеу үшін қолданылады [7].

## 1.7 Резервуарлар паркіндегі мұнайды автоматты өлшеу түрлері

Мұнай өнімдерін есепке алу кезінде жаппай бақылау өлшемдерінің маңыздылығын асыра бағалау қиын. Мұндай есепке алуды тек салмақ бойынша – килограмм және тоннамен сенімді түрде жүргізуге болады, бірақ көп жағдайда оны динамикалық өлшемдерде де (мұнай өнімдерін ауыстырып тиеу) де, статикалық өлшемдерде де (резервуарда немесе цистернада) анықтау қиын. Мұнай өнімінің массасын өлшеудің әртүрлі әдістері бар (3-сурет), бірақ іс жүзінде массаны анықтау әдетте жанама әдістерді қолдану арқылы жүзеге асырылады. Басқаша айтқанда, бірқатар параметрлер өлшенеді (көлем, тығыздық, толтыру деңгейі және т.б.) және массаның өзі есептеу арқылы есептеледі [7].



1.3 Сурет - Мұнай өнімінің массасын өлшеу әдістері

Тура әдістер күрделі және біршама қымбат өлшеу құралдарын қолдануды талап етеді, сондықтан, әдетте, негізгі қызмет саласы мұнай және мұнай өнімдері болып табылатын ірі кәсіпорындарда (МӨЗ және ірі мұнай базалары) қолданылады. Тура динамикалық әдіс шығын өлшегіш көрсеткіштерін қолдануға негізделген, ал тура статикалық әдіс өлшеу үшін таразыларды қолдануды қамтиды [8].

Қазіргі уақытта мұнай өнімдерін цистерналарға (автомобиль немесе теміржол) құю кезінде қолданылатын мұнай өнімдерінің мөлшерін өлшеудің тікелей статикалық әдісі немесе электронды таразылардың көмегімен өлшеу ең танымал [8].

Мұнай өнімдерін ағызу/құю процесінде массалық шығын өлшегіштерді пайдаланатын динамикалық тікелей әдіс қазіргі уақытта кеңінен қолданылмайды,

өйткені бұл салыстырмалы түрде жаңа әдіс. Дегенмен, мамандар мұны өте перспективалы деп санайды және оның барлық жерде қолданылатынына сенімді.

Жанама өлшеу әдістері әдетте мұнай өнімдері саласындағы орта және шағын кәсіпорындарда қолданылады. Ірі кәсіпорындарға қарағанда олардың саны көп, сондықтан мұндай техникалар кеңінен таралған. Жанама динамикалық өлшеу әдісі көлем өлшегіштерді қолдануды, ал жанама статикалық әдіс резервуарлар мен резервуарлардағы толтыру деңгейін өлшеуді қамтиды, содан кейін толтыру деңгейін ескере отырып, калибрлеу немесе калибрлеу кестелерін пайдалана отырып, массаны есептеу арқылы анықтауды қамтиды. өнімнің көлемін есептеу керек. Мұнай өнімдерін сақтауды есепке алуды автоматтандыру құралдары көбінесе жанама әдістерге негізделген [5].

Өнімнің массасын автоматтандырылған есептеуі оның тығыздығы мен көлеміне байланысты. Өз кезегінде, тығыздық температураға байланысты, ал көлемі толтыру деңгейіне байланысты. Көптеген резервуар парктері резервуардың орталық бөлігіндегі температураны өлшейді және оны өнімнің орташа температурасы ретінде қарастырады. Мұнайдың жоғарғы қабаттарында оны сақтау кезінде төменгі қабаттарға қарағанда температура жоғары болатыны ешкімге құпия емес. Сондықтан ең тиімді нұсқа температураны бірнеше нүктеде өлшеу және толтыру деңгейіне байланысты өнімнің орташа температурасын автоматты түрде есептеу болып табылады. Бұл мұнай өнімінің массасының ең дәл есебін қамтамасыз етеді [14].

Массаны анықтаудың әртүрлі әдістерін қолдануға және сонымен бірге ақпараттың үлкен көлемін сәтті өңдеуге мүмкіндік беретін заманауи автоматты есепке алу жүйелері бар. Дегенмен, оларды кеңінен енгізу үлкен қиындықтарға тап болады [8].

Мысалы, бірдей дерлік жабдықтары бар әртүрлі кәсіпорындар, сондай-ақ бір қызметпен айналысатындар (типтік резервуарлар немесе жанармай құю станциялары) кейде өнімнің массасын анықтау үшін мүлдем басқа әдістерді пайдаланады. Сонымен қатар, бұл әдістерді жиі әртүрлі метрологиялық ұйымдар әзірлейді және әрбір жеке кәсіпорын үшін іс жүзінде бірегей болып табылады. Сондықтан, мұнай өнімдерінің қозғалысын есепке алудың типтік автоматтандырылған жүйесін құру мүмкін емес, ол ерекшеліксіз барлық мұнай өнімдерін жеткізуші ұйымдар үшін әмбебап болар еді [8].

Мұнай резервуарларының паркіне автоматтандырылған есепке алуды енгізудің тағы бір мәселесі - өлшеу түрлендіргіштерін орнату және оларға берілетін кернеу. Өйткені Жұмыс ортасы агрессивті, сондай-ақ өрт және жарылыс қауіпті болғандықтан, бұл өлшеу құралдарына арнайы талаптар қойылады, яғни құралдардың корпусы жарылысқа төзімді, өзіндік қауіпсіз және агрессивті ортаға төзімді болуы керек [16].

## **1.8 Объектіде өтетін процестер**



### 1.8.1 Үлкен және кіші ауа алу және олардың алдын алу әдістері

Бос резервуарды толтыру кезінде сұйықтық бетінің үстіндегі бу-ауа қоспасы қысылып, ауа алу клапандары арқылы шығарылады. Бұл процесс үлкен ауа алу деп аталады және май булының жоғалуымен бірге жүреді. Резервуарлардың төбесінде ауа алу клапандары орнатылады, олар резервуарды толтырған кезде ауаның шығуын немесе резервуардан сұйықтықты айдау кезінде оның түсуін қамтамасыз етеді. Ауа алу клапандарының шектеулі сыйымдылығы бар, сондықтан резервуарға түсетін сұйықтықтың жылдамдығы (немесе оны сорып алу) есептелген мәннен аспауы керек. Жүктеу жылдамдығы асып кетсе, сұйықтықтың үстіндегі кеңістіктегі ауа қысымы есептелген мәннен жоғарылайды, бұл резервуардың бұзылуына әкелуі мүмкін. Үлкен ауа алудан басқа, күндізгі және түнгі температураның ауытқуымен байланысты резервуарда шағын ауа алу пайда болады. Сұйықтықтың булануы мүмкін аумақты азайту үшін резервуардың конструкциясында сұйықтыққа батырылған және оның ішінде қозғалатын қалқымалы қақпақ (понтон) қарастырылған. Қар жамылғысы аз оңтүстік аймақтарда понтон да қалқымалы қақпа болып табылады [5].

Тауар резервуарларында мұнайды булану кезінде көмірсутектердің жоғалуын азайту әдістерін шартты түрде үш топқа бөлуге болады:

- мұнайдың булануы туралы ескертуі;
- мұнайдың булануын азайтуы;
- мұнайды булану өнімдерін жинауы.

Жоғарыда айтылғандай, мұнай шығынымен күресу үшін металдан жасалған қалқымалы қақпалар мен понтондар қолданылады. Резервуар қабырғасы мен қалқымалы қақпа арасындағы саңылау 25 см-ге дейін рұқсат етіледі. Шатыр мен резервуар корпусының арасындағы саңылауларды тығыздау және жеңіл фракциялардың ағып кетуіне жол бермеу үшін түсті металдан немесе бензинге төзімді резеңкемен сіндірілген асбест матадан жасалған арнайы қақпалар қарастырылған. Үлкен ауа алудан мұнайдың жоғалуымен күресудің тағы бір әдісі - газды теңестіру жүйесін пайдалану, оның жұмысы келесідей. Резервуарлардың газ кеңістіктері жұқа қабырғалы газ құбырлары жүйесі арқылы бір-бірімен байланысты. Мұндай құбырлары бар резервуарлардың жұмысы өте тиімді, бұл ретте мұнай бір уақытта резервуарлардан Содан кейін толтырылған резервуарлардан шыққан газдар бостарына ағып, үлкен тыныс алудан болатын шығындар нөлге дейін азаяды. Резервуарлар жүйесінің синхронды жұмысын жүзеге асыру үшін әдетте компенсаторлық резервуарлар оларға қосылады. Синхронды емес резервуарлардан артық газ көлбеу газ құбыры арқылы (гидравликалық және мұз тығындарының пайда болуын болдырмау үшін) алдымен конденсат коллекторына, содан кейін көтергіш шатыры бар кеңейту цистернасына түседі. Мұнай сақталатын резервуарлар мен компенсаторлық резервуар негізінен резервуарлардың төбесіндегі рұқсат етілген қысымнан

аспайтын тұрақты қысымда ұсталуы тиіс. Егер қандай да бір себептермен резервуарлардың газ кеңістігіндегі қысым рұқсат етілгеннен жоғары болып шықса, компенсатор резервуарының төбесінде орнатылған қауіпсіздік клапаны жұмыс істеуі керек [15].

### **1.8.2 Су сепарациясы**

Мұнай, әдетте, өндіру ұңғымаларынан құбырға шикі күйінде түседі. Бұл оның құрамына барлық басқа қоспалардан басқа, су қамтиды дегенді білдіреді. Мұнай құбыры арқылы тасымалданған кезде мұнай қысымда болады, сондықтан оны судан бөлуге болмайды. Алайда, ол резервуарларға түскенде, су мен мұнай арасындағы тығыздықтың айырмашылығына байланысты, судың бір бөлігін бөлуге болады. Төменгі су тұндырылған кезде оның резервуардағы деңгейі рұқсат етілген нормадан аспауын қамтамасыз ету қажет. Бұл деңгейден асып кеткеннен кейін су автоматты түрде кәрізге ағып кетуі керек. Бұл резервуардың көлемін барынша тиімді пайдалану үшін жасалады [5].

### **1.8.3 Парафинді азайту жолдары**

Құбыр арқылы әртүрлі сапалы мұнай тасымалдана алады. Кейде құрамында парафин мен шайырдың мөлшері жоғары мұнай өндіретін мұнай кен орындары бар. Мұндай мұнайды тасымалдауға температура төмендеген кезде парафин мен шайырдың қатып, майдың қою эмульсияға айналуы кедергі жасайды. Мұндай мұнайдың қозғалысы кедергі болып, қатқан парафин мен шайырлар құбыр қабырғаларында өсінділер түзеді. Бұл өсінділер зиянды, себебі олар құбырдың жұмыс диаметрін азайтады және осылайша құбырдың өткізу қабілетін азайтады. Қоюланған мұнай құбырдан қабатқа түскенде, парафин мен шайырлар қабылдау және тарату құбырларының өту жолдарын бітеп тастайды, бұл қайтадан бүкіл резервуар паркінің өткізу қабілетін төмендетеді. Сонымен қатар, парафин резервуарлардың қабырғаларында жиналып, резервуарларды пайдалану тиімділігін айтарлықтай төмендетеді. Бұл жағымсыз құбылысты болдырмау үшін мұнай құбыр жолының бойында орнатылған пештерде қыздырылады. Жылыту пункттері резервуарлы парктермен біріктірілген немесе олардың арасында орналасқан. Жылыту нүктелерінің арасындағы қашықтық 60-тан 80 000 м-ге дейін өзгеруі мүмкін. Жылу орындарында орнатылған пештердің саны мұнай құбырының өнімділігіне байланысты. Батыс Қазақстан облысы арқылы өтетін ыстық мұнай құбырында өткізу қабілеті  $600 \text{ м}^3/\text{сағ}$  пештер орнатылған. Мұнай температурасы  $309\text{К}$  дейінгі қыздыру пештеріне жетеді. Пештерде мұнай  $341\text{К}$  дейін қызады және одан әрі тасымалдау үшін құбырға түседі, ал пештердің отыны құбыр арқылы тасымалданатын мұнай болып табылады. Бұл парафиннің жиналуын айтарлықтай азайтуға және тасымалданатын мұнайдың сапасын жақсартуға мүмкіндік береді [5].

## **1.9 Резервуар паркін автоматтандыру қажеттілігінің негіздемесі**

Қазіргі уақытта техника мен технология осындай жоғары деңгейге жетіп, адамдардың өмірінің қарқыны мен қажеттіліктері соншалықты өскен кезде, өнеркәсіпті автоматтандыру, компьютерлендіру және ақпараттандыру қажеттілігі туралы, әсіресе үлкен және маңызды мұнай өнеркәсібі [15].

Ежелгі заманнан бері адамдар қол еңбегін азайтатын, адам ресурстарын босатып, еңбек өнімділігін арттыратын құрылғылар мен машиналардың барлық түрлерін ойлап тауып, жасап шығару арқылы өз жұмысын жеңілдетуге тырысты. Технологиялық процесті жетілдірудің және еңбек өнімділігін арттырудың негізі адамды агрегаттар мен машиналарды бақылау және басқару функцияларынан босату және осы функцияларды техникалық құралдар арқылы орындау, яғни технологиялық процестерді бақылайтын және басқаратын арнайы құрылғылардың көмегімен өндірісті автоматтандыру болып табылады [15].

Автоматтандыруды енгізу бірқатар мәселелерді шешуге мүмкіндік береді:

- техникалық құралдарды бақылау және басқару функцияларын беру есебінен адам еңбегінің шығындарын азайту;
- параметрлерді неғұрлым дәл жүргізу (кейбір жағдайларда операторға қол жетімсіз дәлдікпен), параметрлердің өзгеруіне уақтылы әрекет ету есебінен процестің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсарту;
- жарылғыш газдар мен өрттің жоғары концентрациясы бар адамдар үшін қауіпті жағдайларда бақылауды қамтамасыз ету мүмкіндігі;
- материалдық құндылықтарды есепке алу (мұнай, электр энергиясы, су және т.б.);
- ақаулар мен аварияларды анықтау [15].

## **1.10 Резервуар және резервуар паркінің классификациясы**

Резервуарлар – әртүрлі материалдардан жасалған әртүрлі пішіндегі және өлшемдегі стационарлық немесе жылжымалы қоймалар. Мұнай базаларындағы мұнай мен мұнай өнімдерін сақтауға арналған резервуарлар ең маңызды құрылымдар болып табылады. Мұнай базалары металл цистерналармен (тік төбесі бекітілген, понтонды және қалқымалы төбесі бар, көлденең, сфералық, тамшы тәрізді), металл емес цистерналармен (темірбетонды, резеңке-маталы, су асты) жабдықталған. Мұнай мен мұнай өнімдерін көп мөлшерде сақтау үшін жер асты қоймалары (тас тұзы кен орындарында, шахталарда, мұзды жерлерде, кен орындарында және жарылғыш әдіспен салынған) қолданылады [6].

Қалыпты жұмыс істеу үшін резервуарларға жабдық жинағы орнатылады: люктер, деңгей өлшегіш, сынама алғыш, басқарылатын тақтайша, сифонды су

төгетін кран, ауа және сақтандыру клапандары, өрт сақтандырғыштары, баспалдақтар [5].

Резервуарлар іргетастарға орнатылады. Іргетас массивті, үйінді және қалыпты болады. Іргетас деп құрылымның массасынан іргетасқа жүктемені беретін құрылымның бөлігі. Резервуарларға арналған іргетастар бүкіл құрылымның маңызды бөлігі болып табылады, өйткені олар резервуардағы мұнай немесе мұнай өнімдерінің гидростатикалық қысымын қабылдайды, бұл төменгі қалыңдығын азайтуға мүмкіндік береді. Дұрыс жобаланбаған іргетас резервуардың біркелкі емес қондырылуына әкелуі мүмкін, нәтижесінде денеде және түбінде жарықшақтар пайда болады, кейде оның толық бұзылуда болуы мүмкін. Резервуарлар салынатын орындар жердегі қысым рұқсат етілгеннен аз болатындай етіп таңдалуы керек [6].

Болат резервуарлардың келесі түрлері қолданылады:

- сыйымдылығы 20 000 м<sup>3</sup> дейін (жанғыш сұйықтықтарды сақтауға арналған) және 50 000 м<sup>3</sup> дейін (жанғыш сұйықтықтарды сақтауға арналған) стационарлық конустық немесе сфералық төбесі бар тік цилиндрлік цистерналар;
- сыйымдылығы 50 000 м<sup>3</sup>-ге дейінгі тұрақты төбесі және қалқымалы понтоны бар тік цилиндрлік цистерналар;
- сыйымдылығы 120 000 м<sup>3</sup> дейінгі қалқымалы шатыры бар тік цилиндрлік цистерналар.

Мақсаты бойынша резервуар парктерін келесі түрлерге бөлуге болады:

- мұнай және мұнай өнімдерін сақтаудың тауарлық базалары;
- мұнай айдау станциялары мен мұнай өнімдері құбырларының резервуарлары,
- әртүрлі нысандардың мұнай өнімдерін сақтауға арналған резервуарлар.

Бірінші типтегі резервуарлар, әдетте, сақталатын сұйықтықтардың айтарлықтай көлемімен, сондай-ақ құрамы мен өрт қасиеттері бойынша ұқсас немесе бірдей мұнай өнімдерінің бір резервуарлар тобында сақталуымен сипатталады. Екінші типті резервуар парктерінде барлық резервуарларда көбінесе бір типтегі мұнай немесе мұнай өнімдері болады [7].

Көлемі 5000 м<sup>3</sup> және одан да көп мұнай және мұнай өнімдерін сақтауға арналған жер үсті резервуарлары автоматты өрт сөндіру жүйелерімен жабдықталған [8].

### **1.11 Резервуардағы қауіпсіздік**

Резервуарлардағы өрт әдетте резервуардың газ кеңістігіндегі бу-ауа қоспасының жарылуынан және шатырдың ұшып кетуінен болуы мүмкін.

Жарылыс күші, әдетте, мұнай буының ауамен қоспасымен толтырылған үлкен газ кеңістігі бар резервуарларда мүмкін (сұйықтық деңгейі төмен) [9].

Өрт қауіпсіздігі стандарттарына сәйкес резервуар паркі тірек немесе негізгі сорғы станцияларынан ең аз қашықтықта орналасады, ол үшін айдау станцияларының биіктіктерімен салыстырғанда биіктіктері жоғары учаске

таңдалады. Бұл айдау құбырларының ауырлықпен толтырылуын қамтамасыз етеді және сорғылардың айдау құбырларында статикалық қысым болады [9].

Резервуарлар паркінің сыртына өтіп бара жатқан апат кезінде мұнайдың төгілу мүмкіндігін болдырмау үшін қосымша топырақ қоршаулар салынып, су бұру арықтары салынады. Барлық ұңғымалар мен технологиялық құбырлардың вентильдерін басқару камералары жағалау аймағынан тыс орналасқан [9].

Статикалық электр разрядтарынан және найзағай разрядтарының қайталама әсерлерінен қорғау үшін резервуарлар сенімді жерге тұйықталған. Резервуарлар стационарлық өрт сөндіру жүйелерімен және салқындату қондырғыларымен жабдықталған [9].

Резервуар паркінің өлшемдері резервуар паркіндегі резервуарлардың орналасуына байланысты [9].

Мұнай мен мұнай өнімдерін тұтынушыларға қабылдауға, сақтауға және босатуға арналған құрылыстар мен қондырғылар кешенінен тұратын қойма кәсіпорындары резервуарлар паркі деп аталады [8].

Резервуар паркі цистерналарының жалпы көлемі жекелеген мұнай өнімдері үшін анықталған көлемдердің қосындысына тең. Резервуарлар резервуарлық парктерге біріктірілген және төгілген сұйықтықтың гидростатикалық қысымына төтеп беруге арналған қатты жер қоршаумен немесе қабырғамен қоршалған.

Резервуар паркінің аумағы жоспарланып, таза және жинақы болуы керек. Жанғыш заттар мен материалдарды, төгілген мұнайдың, мұнай өнімдерінің және тауарлық судың жиналуын орналастыруға жол берілмейді [9].

Жөндеу кезінде қазылған шұңқырлар мен траншеялар жұмыс соңында толтырылып, тегістелуі керек. Түнде мұндай шұңқырларды немесе траншеяларды қоршау керек. Әрбір жұмыс істейтін резервуар мемлекеттік стандартта немесе жобада көзделген жабдықтың толық жиынтығымен жабдықталуы керек [9].

Резервуардың төбесінде орнатылған ауа алу арматурасы резервуардың шамадан тыс қысымына және вакуумына сәйкес болуы керек [9].

Резервуардағы қысымды бақылау үшін шатырдың қақпағына мановакуумдық өлшеуішті қосуға арналған құлыптау құрылғысы бар арматураны орнату керек [9].

Қоршаған ортаның 0°C төмен температурада мұнай және мұнай өнімдері айдалатын резервуарлар мұздатуға қарсы ауа алу клапандарымен жабдықталуы керек. Көлденең цистерналарға және керісінше тік цилиндрлік цистерналардың ауа алу клапандарын орнатуға жол берілмейді [9].

Мұнай және мұнай өнімдерін сақтау үшін пайдаланылатын әрбір жер үсті цистернасының корпусында резервуар паркінің технологиялық сызбасында көрсетілетін реттік нөмірі анық жазылуы тиіс. Жерленген резервуардың нөмірі арнайы орнатылған тақтайшада көрсетілген [9].

Айдау кезінде қолданыстағы резервуарларды өшіру және жаңа резервуарларды қосу үшін клапандармен бір мезгілде жұмыс істеуге тыйым

салынады. Жаңа резервуарды сорғыға салу үшін клапандармен операциялар аяқталғаннан кейін ғана қолданыстағы резервуарды сорғыдан шығару керек. Резервуарлар паркінде клапандарды бір уақытта автоматты түрде ауыстыруға құбыржолдарды дұрыс ауыстырмау кезінде қысымның жоғарылауынан қорғалған жағдайда рұқсат етіледі [9].

Цистерналарды мұнай және мұнай өнімдерімен толтыру еркін түсірілген крекермен жүргізілуі керек. Сорғылаудың соңында крекер жабылуы керек [9].

Резервуарды толтыру немесе босату кезінде мұнай мен мұнай өнімдерінің деңгейін операциялық өлшеулер кемінде екі сағат сайын жүргізілуі керек [9].

Резервуардың сыйымдылығының соңғы метрін толтыру кезінде (биіктікте) пайдалану деңгейін өлшеу арасындағы аралықтарды резервуардың толып кетуі, понтонды ең жоғарғы позициядан жоғары көтеру мүмкіндігі болдырмайтындай етіп анықтау керек [8].

Резервуардағы шикі мұнайды немесе мұнай өнімдерін жылытуды қыздырғыштар үстіндегі сұйықтық деңгейі кемінде 50 см болғанда ғана жүзеге асыруға болады. Температурадан асып кету күшті дірілге байланысты металл понтонның герметикалығын бұзуы мүмкін. Мұнай немесе мұнай өнімдерін резервуарға дайындаған кезде қыздыру температурасын жүйелі түрде бақылап, өлшеу журналына тиісті жазба жасау керек [8].

Жазда қыздыруға немесе ұзақ сақтауға жататын мұнайды немесе мұнай өнімдерін резервуарға толтыру кезінде сұйықтық деңгейі (бактың толып кетпеуі үшін) қыздырылған кезде сұйықтықтың кеңеюін ескере отырып белгіленеді. Суық өнімнің максималды деңгейі контейнер биіктігінің 95% аспауы керек. Қайнаған болаттан жасалған дәнекерленген цистерналар немесе металлға сертификаты жоқ ескі конструкциядағы тойтарылған цистерналар күйі мен геометриялық пішініне қарамастан  $-20^{\circ}\text{C}$ -тан төмен температурада биіктігінің 80% -нан аспайтындай толтырылуы керек. Понтоны бар резервуардан майды «өлі» қалдыққа айдаған кезде понтонды тірек кронштейндер мен тіректерге бұрмалаусыз біркелкі түсіру керек [4].

Гидравликалық соққыларды болдырмау үшін бу қыздырғыштарын олардағы буды іске қоспас бұрын судан (конденсаттан) босату керек. Буды іске қосу бу кіретін клапандарды біртіндеп және тегіс ашу арқылы жүзеге асырылуы керек. Резервуардың катушкаларына бу шығарылған кезде барлық конденсатты ағызатын құбырлар ашық болуы керек. Бу жылытқыштарының герметикалығын бақылау үшін ағып жатқан конденсаттың тазалығын үнемі бақылау қажет [4].

Қорғасынды бензинді қабылдау және беру үшін арнайы цистерналар бөлінуі керек. Қорғасынды бензинді резервуарларда сақтау «Қорғасынды бензинмен жұмыс істеу кезіндегі қауіпсіздік шаралары жөніндегі нұсқаулыққа» қатаң сәйкестікте жүргізілуі керек [9].

Жеңіл буланатын мұнайлар мен мұнай өнімдері арнайы конструкциялы резервуарларда (понтондармен, қалқымалы шатырлармен, жоғары қысымды),

сондай-ақ газ теңестіру жүйесі бар резервуарларда және газ коллекторларында сақталуы керек [15].

Әрбір резервуар үшін ең жоғары толтыру деңгейін, ең аз қалдықты, рұқсат етілген ең жоғары толтыру мен босату өнімділігін, мұнай мен мұнай өнімдерінің әрбір сорты үшін максималды қыздыру температурасын, сондай-ақ тыныс алудың түрі мен санын көрсететін технологиялық диаграмма жасалуы керек. қауіпсіздік клапандары. Кәсіпорынның директоры немесе бас инженері бекіткен технологиялық карта пайдалану персоналына нұсқаулық болып табылады. Ол резервуар паркінің өндіріс орындарында ілулі тұр [3].

Резервуарларды пайдаланатын кәсіпорында резервуарларды мерзімді эксплуатациялық тексерулер олардың жабдықтары бақыланады [6].

## 2 АРНАЙЫ БӨЛІМ

### 2.1 Резервуар паркінің құрамы

Резервуар паркін басқару объектісі ретінде қарастыра отырып, ол стандартты жабдықты пайдаланатын қайталанатын технологиялық схемалары бар бір типті резервуарлар тобынан тұратынын атап өткен жөн. Сондықтан бір резервуарды басқару объектісі ретінде қарастырамыз (5-сурет).

Бұл нысанның өрт-жарылыс қауіптілігіне байланысты арнайы құралдарды қолдану, резервуарлардың ішіндегі температура мен газдың құрамын үнемі қадағалап отыру, өрт қауіпсіздігін автоматтандыру, жарылыстар мен өрттердің алдын алу бойынша қосымша шаралар қабылдау қажет болады [6].

Тік болатты резервуар (РВС-Резервуар вертикально стальной) – тік резервуар, сұйық өнімдерді қабылдауға, сақтауға, дайындауға, есепке алуға және беруге арналған жер үсті көлемді құрылыс құрылымы [6].

Тік болаттан жасалған резервуарлар ішкі көлемі 100-120 000 м<sup>3</sup> болады, қажет болған жағдайда олар бір жерде шоғырланған резервуарлар тобына біріктіріледі - «резервуарлы парк», оған мыналар кіреді: цистерналар, технологиялық құбырлар, сорғы жабдықтары, тауарлық өнімнің сапасын бақылау, жөнелтілетін өнімдердің бірлігін есепке алу, өрт сөндіру құралдары мен қоршаған ортаны қорғау. Понтон немесе қалқымалы шатыр – сұйық бетіндегі резервуардың ішінде орналасқан, булану нәтижесінде өнімдердің жоғалуын азайтуға, сақтау кезінде экологиялық және өрт қауіпсіздігін жақсартуға арналған қалқымалы қақпақ [6].

Автоматтандырылған резервуар паркі барлық тізбектей сұрақтарды шешуге мүмкіндік береді. Техникалық басқару құралдары, бақылау функциялары берілу арқылы адамдардың еңбiгiмен қысқартылған шығын [6].

Параметрлік өз уақытында реакция өзгеруіне күшейтілген технико–экономикалық көрсеткіштер үрдісінде нақты параметрлерін көрсетеді (оператордың тура тізбектей мүмкіндігін көрсетеді) [6].

Биік платформадағы тік болат резервуар су мұнарасы болып табылады және оны сумен қамтамасыз ету үшін шағын елді мекендерде (ауыз су немесе саяжайларда, көкөніс бақшаларында және жылыжайларда суару) пайдалануға болады [6].

РВС келесі жұмыс жағдайларына арналған:

- мұнайлы ағынды суларды, мұнай және мұнай өнімдерін қабылдау, сақтау, беру және есепке алу (сандық және сапалық);
- қабат суын және механикалық қоспаларды сақтау және тұндыру;
- отты немесе ауыз суды сақтау;
- сұйық тағамды (санитарлық-гигиеналық нормаларды қамтамасыз ету кезінде), агрессивті химиялық өнімдерді, минералды тыңайтқыштарды сақтау;
- мұнай мен мұнай өнімдерін араластыру;



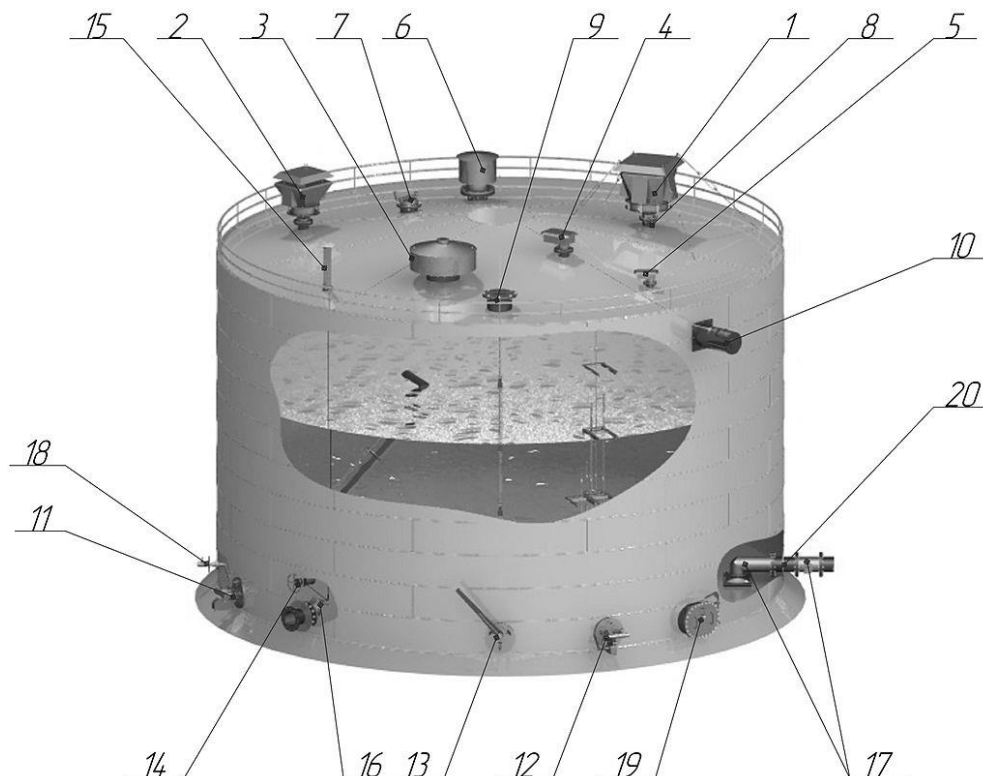
және өндірудің, тасымалдаудың және сақтаудың басқа да технологиялық процестері.

Изотермиялық РВС сұйытылған газдарды сақтау үшін де қолданылады; РВС болып келуі мүмкін: цилиндрлік, изотермиялық және сақтау резервуарлары; олар бір-бірінен ерекшеленеді: мақсаты, орналасқан жері, өндіріс материалы [8].

Конструкциялық ерекшеліктері бойынша резервуарлардың түрлері:

- понтонды бекітілген шатыры бар резервуар (РВСП) және понтонсыз (РВС);

- қалқымалы шатырлы резервуар (РВСПК).

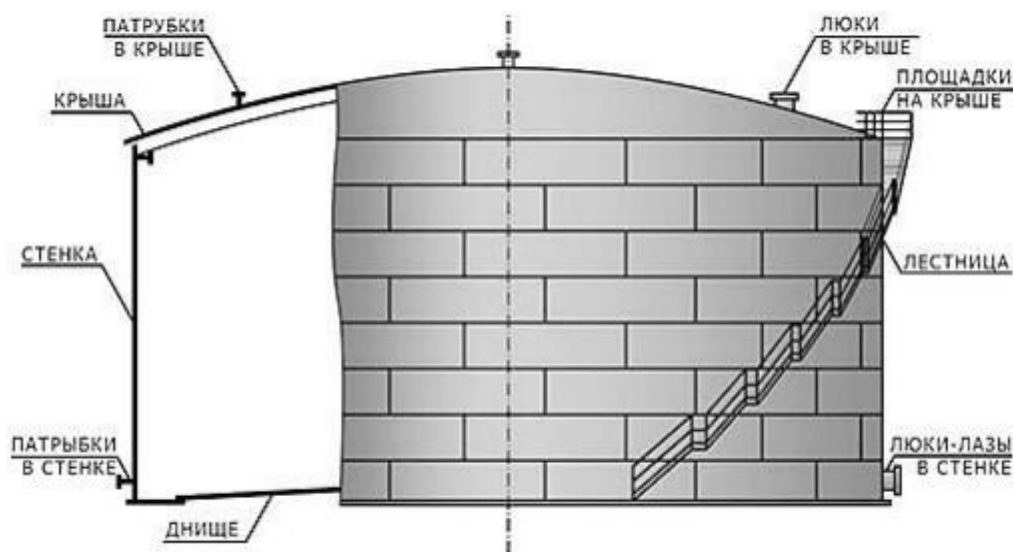


1 - біріктірілген ауа алу клапаны, 2 - механикалық ауа алу клапаны, 3 - авариялық клапан, 4 - аралас механикалық ауа алу клапаны, 5 - механикалық ауа алу клапаны, 6 - желдету құбыры, 7 - өлшеуіш люк, 8 - монтаждық люк, 9 - жарық люк, 10 - орташа кеңеюдегі көбік генераторы, 11 - қалқымалы резервуар сынама алғышы, 12 - стационарлық резервуар орган сынамасы, 13 - стационарлық секциялық резервуар сынамасы, 14 - бүйірлік тақтасын басқару механизмі, 15 - жоғарғы тақтасын басқару механизмі, 16 - тақтайша, 17 - қабылдау және тарату құрылғысы, 18 - сифонды кран, 19 - люк тесігі, 20 - қабылдау-тарату салалық құбыры.

2.1 Сурет - РВС конструкциясы мен құрамы

Резервуардың көлемі 20 000 м<sup>3</sup>, резервуардың төменгі ауданы 1698 м<sup>2</sup>, ал биіктігі 11,78 м. Резервуардың авариялық толтыру деңгейі 11 метр, ең жоғарғы

деңгейі 10,5 м. және шекті. 17829 м<sup>3</sup> құрайды. Мұнайдың тығыздығы 730-дан 1040 кг/м<sup>3</sup> дейін ауытқиды, алайда тығыздығы 900 кг/м<sup>3</sup> дейінгі мұнай өнімдері осы типтегі резервуарларда сақталады. Бұдан шығатыны, өнімнің тығыздығы 730-900 кг/м<sup>3</sup> аралығында болуы керек. Үйкеліс әсерінен майдың тұтануын болдырмау үшін берілген көлемдегі резервуарды толтыру және босату жылдамдығы 30 0С температурада 5000-7000 м<sup>3</sup>/сағ шегінде өзгереді. Өнімдегі парафиннің мөлшеріне байланысты құю температурасы -60 0С-тан +30 0С-қа дейін болады. Бұл ретте резервуарда сақтау кезінде майдың температурасы 900С аспауы керек, өйткені жоғары температурада су қайнайды, бұл сұйықтықтың ағуына немесе су балғасына әкеледі [8].



2.2 Сурет - Тік болат резервуар 20000 м<sup>3</sup>

Ұзақ мерзімді сақтау және салыстырмалы түрде жоғары температура кезінде өнім буланып, резервуардың газ кеңістігіндегі қысымның жоғарылауына әкеледі. Мұндай жағдайда резервуарда 1000 кПа бу-ауа қоспасының қысымына орнатылған ауа алу клапаны болады [14].

Экологиялық тұрғыдан мұнайды резервуарларда сақтау өте қауіпті процесс, сондықтан резервуар парктерін автоматтандыру өте маңызды рөл атқарады. Бұл жағдайда автоматтандырудың міндеттері мыналар болып табылады: цистерналарды толтыру мен босатуды қашықтан басқару, қабылдау және шығару құбырларындағы вентильдерді басқару, сорғыларды басқару, сонымен қатар резервуарларда жинақталған және сақталған мұнай мен мұнай өнімдерін есепке алу [14].

Осылайша, резервуар паркін автоматтандыру мыналарға мүмкіндік береді:  
 - жергілікті басқару пунктiнен резервуарларды қашықтан басқару;

- бақылау, реттеу және басқару функцияларын техникалық құралдарға беру арқылы адам еңбегін азайту;
- цифрлық деректерді беруді пайдалана отырып, өлшеу дәлдігін (деңгей, температура, қысым) арттыру;
- өнімнің электрондық есебі арқылы экономикалық тиімділікті арттыру, өнімнің жоғалуын және қоршаған ортаға әсерін азайту;
- сенімділікті арттыру;
- төтенше жағдайлардың пайда болу ықтималдығын азайту [10].

## **2.2 Резервуар қоймалары басқару объектісі ретінде**

Резервуар паркін басқару объектісі ретінде қарастыра отырып, автоматты жүйелерді құруға әсер ететін бірнеше маңызды ерекшеліктерге назар аудару керек:

- объектілердің және технологиялық схемалардың қайталануы және осыған байланысты стандартты жабдықты пайдалану қажеттілігі;
- объект параметрлерінің резервуар паркінің барлық объектілерінің күйіне тәуелділігі;
- объектінің өрт және жарылыс қауіптілігі арнайы жабдықты қолдануға, температура режимін және газдың ластануын автоматты түрде басқаруға, өрт сөндіру жүйесін автоматтандыруға, жарылыстар мен өрттердің алдын алу бойынша қосымша шараларды қолдануға мәжбүр етеді;
- объект елді мекендерден шалғай орналасқан, сондықтан жүйені салу кезінде кернеудің мүмкін ауытқуын есепке алу, қосалқы жүйелерді резервтеуді, автоматиканың орталықтандырылған жөндеуін, телемеханиканы пайдалануды қамтамасыз ету қажет;
- объектінің халық шаруашылығында және жалпы экономикада маңызы зор болғандықтан, автоматтандырылған басқару жүйесін құру, басқару жүйелерін, артық технологиялық жабдықтарды пайдалану, технологиялық қорғау жүйесін құру арқылы шығындарды барынша азайту қажет [7].

Резервуар парктерін автоматтандыру міндетіне мыналар кіреді:

- резервуарларды толтыру мен босатуды қашықтан басқару;
- резервуарлардың қабылдау және шығару құбырларындағы клапандарды қашықтықтан басқару;
- резервуарларда жинақталған және сақталатын мұнай мен мұнай өнімдерінің есебін қамтамасыз ететін параметрлерді бақылау;
- сорғыларды қашықтан басқару.

Резервуарларды толтыру мен босатудың жоғары жылдамдығы кезінде резервуарларды айдау және айдау құбырларына автоматты түрде қосу қажет. Соңғы талап әсіресе магистральдық мұнай құбырларының бас сорғы станцияларының резервуар парктері үшін маңызды, мұнда резервуарларды

толтыру және босату жылдамдығы магистральдық сорғылардың өнімділігімен анықталады [7].

Резервуар паркін объект ретінде қасартырғанда, бұл мұнайды жан жақты таратуды қарастырады, олар параллель және тізбектей жұмыс істейді, көптеген негізгі ерекшеліктеріне назар аударып әсіресе автоматикалық жүйенің пайда болуына әсерін қарастырылады: Резервуарлардың тиімді бір жағы температура, қысым, судың концентрациясын, және сутегі фракцияларын біртекті үйлестіреді.

Типтік аппаратураны қолдану қажеттілігі технологиялық сұлбамен объектінің қайталануына байланысты. Объект параметрлері резервуар паркінің барлық объектілеріне тәуелді [7].

Объектіде өрт және жарылғыш қауіптің болуы арнайы аспаптарды қолдануды талап етеді, температуралық режимді және көп мөлшерде газдың бөлінуін қадағалау автоматты түрде өлшенуі тиіс, өрт сөндіру жүйесін автоматтандыру, сол сияқты өрт және жарылыстарды желдел ескерту шараларын жүргізу қажет [6].

Объектінің адамдар тұратын жерден алыс орналасуы керек, сондықтан жүйені қондыру кезінде кернеудің кейде тұрақсыз болуына тиісті көмекші жүйенің резервінің болуы қарастырылады, автоматиканы жөндеуді қадағалау немесе телемеханика жабдықтарын қолдану қажет [15].

Объектінің ауыл шаруашылықта және экономикада үлкен орын алуына тиісті, автоматикалық басқару жүйесін жасаған кезде мүмкіндігінше шығынның аз болуы, реттеу жүйесін қолдану, технологиялық аспаптарды резервтеу, технологиялық қорғаныс жүйесін құру болады [4].

Үлкен жылдамдықта резервуарды толтыру немесе босату кезінде қысып толтыру және кері айдау резервуарлары автоматты түрде қосылады [13].

Соңғы талаптың ерекше маңыздылығы, резервуар паркінің магистральді мұнай құбыр басты сорап кешеніне толтыру және босату резервуарынан үлкен жылдамдықта келуі магистральді сораптың өндірушілігіне байланысты [13].

Резервуар паркінде бақылау және басқару электрлік сұлбалары кең қолданылады [16].

Резервуар паркін автоматтандыруда қамтамасыз ететін фактілер:

- жергілікті диспетчер отыратын жерден резервуар паркін басқару және автоматты түрде бақылау жүргізу.

- жоғары дәлдікпен мөлшерді өлшеу: резервуар ішіндегі сұйықтың мөлшері + 1 мм дәлдікпен өлшенеді.

- цифрлік мәләметтерді беру, ол ақпаратты қатесіз жеткізуге болады.

- алынған мәліметті электронды түрде өңдеу, ақпараттық өнімнің санын өлшенген және өңделген нәтижені беруге қамтамасыз етеді [15].

- сенімі жоғары.

- экономды, резервуар паркінің сыйымдылығын тиімді қолданып және зат санаудың операцияларын жоғары дәлдікпен санау [6].

- ұйымның еңбегін жоғарлату, қызмет көрсетуші адамдардың тұрақты талапта болмауы, ашық аспан астында жұмыс жасаушылар.

- иілгіштік, автоматты жүйелердің кеңейуі, ал мәліметтер жиналып керек кезде қолданылып отырылады [15].

Қарастырылған технологиялық процесті басқару объектісі ретінде көрсету үшін процестің айнымалылары топтарға бөлінеді.

Енгізілетін айнымалылар мыналарды қамтиды:

X1 – құбырдан алынған мұнай мөлшері;

X2 – түсетін майдың температурасы;

X3 – түсетін мұнайдың сапалық құрамы;

X4 - мұнай құбырынан резервуарға жеткізілетін қысым;

Басқару айнымалылары:

U1 - түсетін мұнайдың қысымы;

U2 - тұтынылатын майдың қысымы;

Технологиялық процестің шарттарын сипаттайтын айнымалылар:

Z1 – қабаттағы мұнай температурасы;

Z2 - резервуар қабырғасының температурасы;

Z3 – резервуардағы өндірілген судың деңгейі;

Z4 – майдың тұтқырлығы;

Z5 - қабаттың газ кеңістігіндегі ауа немесе мұнай буының қысымы;

Шығыс айнымалылары:

Y1 – қабаттағы мұнайдың жоғарғы деңгейі;

Y2 – қабаттағы мұнай деңгейінің төмендеуі;

Y3 - тыныс алу кезінде майдың жоғалуы.

Бұл процеске кедергі келтіретін әсерлер:

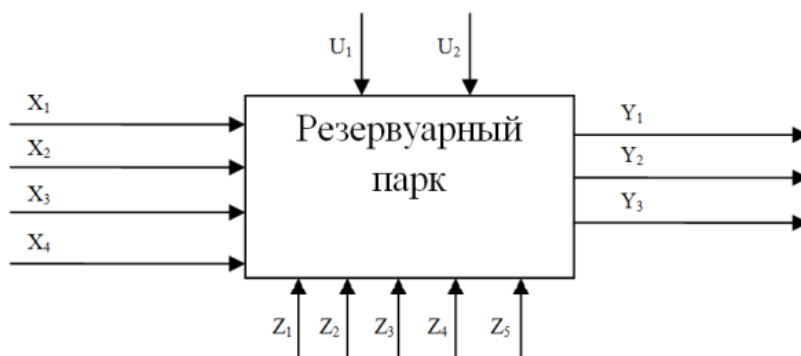
- майдың құрамы;

- сорғылардың жағдайы;

- қоршаған орта температурасының ауытқуы;

- резервуарлардың жағдайы;

Кейбір технологиялық айнымалы мәндерді тиісті құралдардың болмауына байланысты жеткілікті дәлдік дәрежесімен анықтау мүмкін еместігін ескеру керек. Мысалы, қабаттардың жай-күйіне үздіксіз мониторинг жүргізу немесе ауа алу арқылы мұнай шығынын өлшеу өте қиын. Бұл айнымалылар процестің жағдайын бағалауды қиындатады және оны жедел басқаруды нашарлатады. Осылайша, бұл объектіні толық емес ақпараты бар объектілер класына жатқызуға болады [6].



2.3 Сурет – Айнымалылар бар процестің сызбасы

Негізгі технологиялық операциялар

- құбыр арқылы келген мұнайды қабылдау;
- резервуарда мұнайды сақтау және тұндыру;
- мұнайды қайта сору;
- резервуар паркіндегі ысырмаларды басқару,
- метрологиялық аспаптар;
- коммерциялық мұнай санағы;

Резервуардағы мұнай деңгейін өлшеу жүйесі, жүйені құру мақсаты:

- резервуарларды пайдаланған кездегі сенімділігі және қауіпсіздігі;
- белгіленген бағыт бойынша мұнайды айдауды басқару;
- аспаптардың жағдайын басқару және өзгерістердің сигнализациялары;
- мұнай айдау кезіндеі барлығы есептеліп отырылуы;
- технологиялық аспаптарды дистанционды түрде бақылау;

Жүйе структурасы екі деңгелі болып табылады, олар:

- жоғарғы деңгейі – резервуар паркінің диспетчерлері жедел басқаруы;
- төменгі деңгейі – екі жүйеден тұрады;
- резервуарлардағы мұнайдың технологиялық айнымалысын өлшеу;
- резервуар паркіндегі технологиялық операцияларды басқару

### 2.3 Автоматтандырудың функционалдық сұлбасын

Функционалды сұлба дегеніміз – жалпы технологиялық процестің белгілі бөлігінде орындалып жатқан процесс туралы толығырақ ақпарат беруші сұлба. Резервуарлы паркте технологиялық процестің әртүрлі функционалды тізбегінде орындалып жатқан процестің жүру барысын оқып, көру үшін құрылған функционалды сұлба [11].

Автоматтандыру схемалары технологиялық процесті автоматты басқару, реттеу және басқару объектісін құрылғылармен және автоматика құралдарымен (соның ішінде телемеханика және есептеуіш техникамен) жабдықтау үшін жеке

түйіндердің функционалдық блок құрылымын анықтайтын негізгі техникалық құжат болып табылады. Автоматтандырудың функционалдық міндеттері, әдетте, техникалық құралдардың көмегімен жүзеге асырылады, оның ішінде: таңдау құрылғылары, бастапқы ақпаратты алуға арналған құралдар, ақпаратты түрлендіру және өңдеу құралдары, қызмет көрсетуші персоналға ақпаратты ұсыну және беру құралдары, құрама, толық және қосалқы құрылғылар [10].

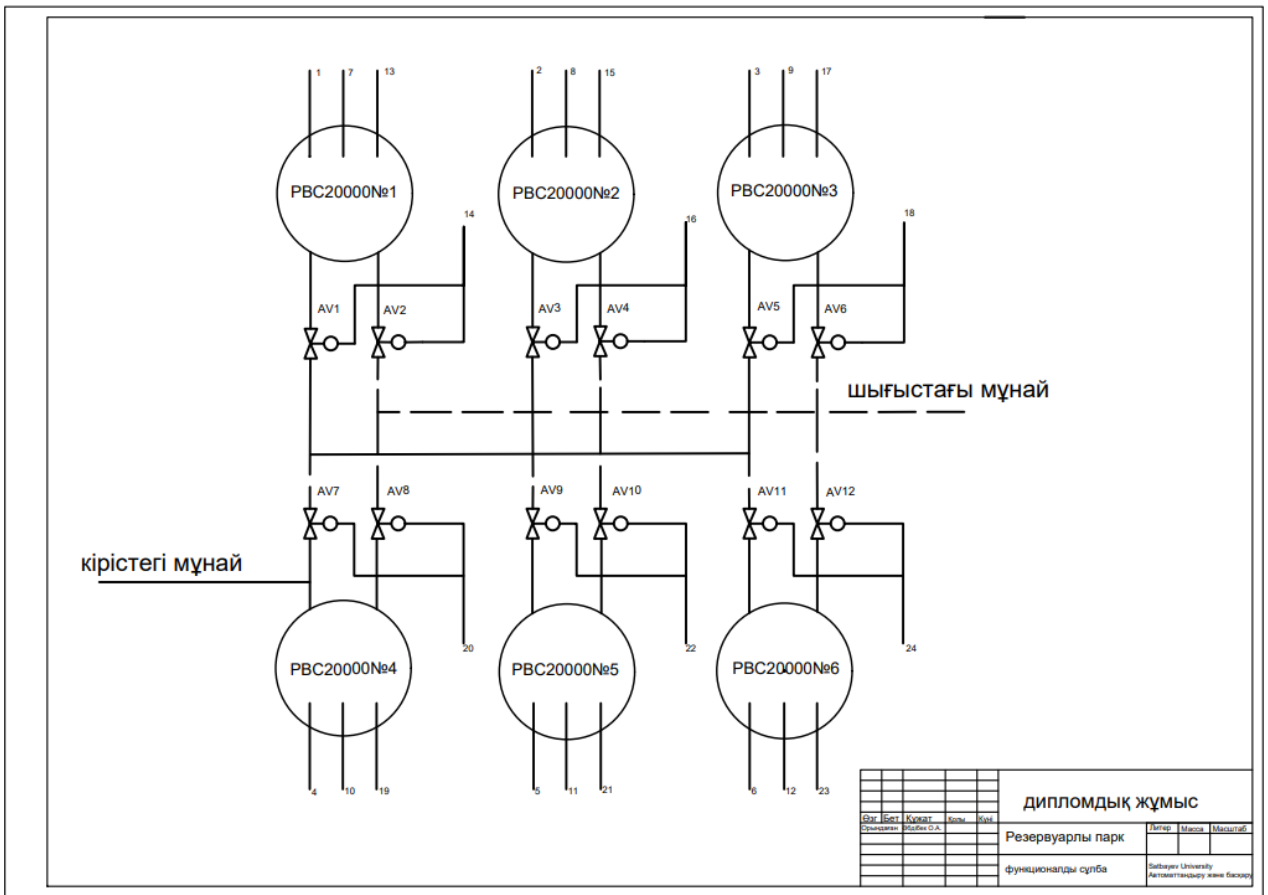
Процесті автоматтандыру схемасын жасау кезінде келесі міндеттер шешілді:

- технологиялық процесс пен жабдықтың жай-күйі туралы алғашқы ақпаратты алу міндеті;

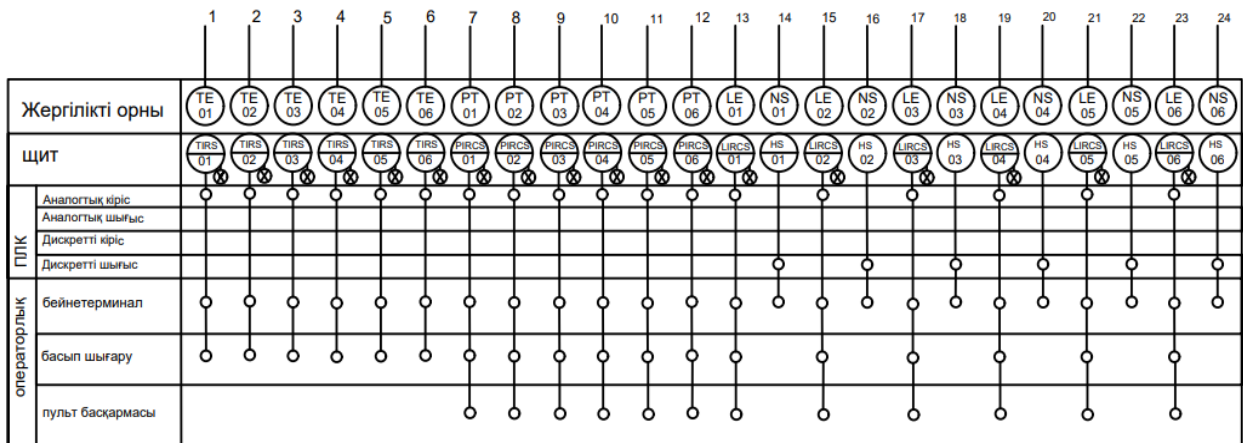
- процестердің технологиялық параметрлерін және технологиялық жабдықтың жай-күйін сигнализациялау, бақылау, тіркеу және есепке алу міндеті.

Өнімді есепке алу оның массасын дәл өлшеуді қамтиды, массасы, өз кезегінде, тығыздық пен көлемге байланысты. Тығыздықты есептеу үшін өнімнің температурасын білу керек, ал резервуардағы өнімнің көлемін есептеу үшін оны толтыру деңгейін білу жеткілікті. Газ кеңістігінің қысымын реттеу қысымды өлшеу нәтижелерінің негізінде жүзеге асырылады. Бұл мәселелерді шешу үшін тиісті техникалық құралдар қажет, атап айтқанда: температура сенсорлары, деңгей өлшегіштер және манометрлер. Автоматтандырудың техникалық құралдарын таңдау бұрын қарастырылғандардың ішінен жасалды [6].

Температураны ең дәл өлшеу үшін резервуардағы бірнеше нүктеде, атап айтқанда 10 нүктеде температураны өлшеу қажет. Бұл мәселені шешуге он бір нүктелі датчиктерді немесе бір көп нүктелі датчиктерді орналастыру арқылы қол жеткізіледі. Қысым қысым датчигі (манометр) арқылы өлшенеді [6].



2.4 Сурет - Резервуар паркiн автоматтандырудың функционалды сұлбасы



2.4 Сурет - PLC көмегімен автоматтандыру сұлбасы



Белгіленуі	Атауы	Саны	Ескерту
	Өлшеу құралдары		
TE01..., TE06	платиналы кедергі термометрі	6	
TIRS01..., TIRS06	температураны тіркеу құрылғысы	6	
PT01..., PT06	манометр	6	
PIRCS01..., PIRCS06	қысымды бақылау және тіркеу құрылғысы	6	
LE5-1..., LE5-6	деңгей өлшегіш	6	
LIRCS01..., LIRCS06	деңгей өлшегіш және тіркеу құрылғысы	6	
NS01..., NS06	қозғалтқышты басқаруға арналған іске қосу аппаратурасы	6	
HS01..., HS06	қашықтан орнатылған басқару түрін таңдауға арналған басқару кілт	6	
	атқарушы механизмдер		
AV1..., AV12	клапан	12	

2.5 Сурет - Автоматтандырудың функционалдық сұлбасының элементтерінің тізімі

### 3 ЕСЕПТІК БӨЛІМІ

#### 3.1 Резервуардағы мұнайдың булану процесін математикалық модельдеу

Резервуардағы мұнайдың ашық бетінен көмірсутектердің булану динамикасын резервуарда мұнайды сақтау кезінде "аз тыныс алу" кезінде булану процесінің сандық моделі ретінде сипаттауға болады [4].

Көмірсутектердің булану жылдамдығы молекулалардың сұйықтықтан газға ауысу жылдамдығының айырмашылығына  $V_{\text{ауысу}}$  және  $V_{\text{конд}}$  (молекулалардың газдан сұйықтыққа ауысуы) буларының конденсация жылдамдығына тең:

$$V_{\text{булану}} = V_{\text{ауысу}} - V_{\text{конд}} \quad (3.1)$$

Белгілі бір уақыт аралығында бу конденсациясының жылдамдығы оның  $V_{\text{конд}} \sim \rho_{\text{бу}}$  тығыздығына пропорционал болады, сондықтан будың қанығу жылдамдығын ескере отырып, тәжірибелік жолмен анықталған  $k$  жылдамдық коэффициентін енгізу орынды болады:

$$V_{\text{конд}} = k\rho_{\text{бу}} \quad (3.2)$$

Белгілі бір уақыт аралығында резервуардың төбесіндегі көмірсутек буларының тығыздығы булану жылдамдығына пропорционалды қанығудың шекті мәніне жетеді:

$$V_{\text{конд}} = k\rho_{\text{қан.бу}} \quad (3.3)$$

Мұнай бетінен  $S$  буланған көмірсутек буларының  $m$  массасын келесі формуламен көрсетуге болады:

$$m = kS(\rho_{\text{қан.бу}} - \rho) \quad (3.4)$$

Мұндағы  $\rho$  тығыздығы мына түрде өрнектеледі:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3.5)$$

Көмірсутек буларының тығыздығы уақыт бойынша өзгертіндіктен, теңдеудің екі бөлігін де ажыратамыз:

$$d\rho = \frac{dm}{V} \quad (3.6)$$

(3.4) формуладағы массалық мәнді оң жаққа ауыстырайық және (3.5) теңдеуді шешіп, көмірсулар буының тығыздығының (3.7) мәнін аламыз, ол уақыт бойынша өзгереді:

$$\begin{aligned}
 d\rho &= -\frac{kS(\rho_{\text{қан.бу}} - \rho)}{V} dt; \\
 d\rho &= -\frac{kS\rho_{\text{қан.бу}} \left(1 - \frac{\rho}{\rho_{\text{қан.бу}}}\right)}{V} dt; \\
 \frac{d\rho}{\left(1 - \frac{\rho}{\rho_{\text{қан.бу}}}\right)} &= -\frac{kS\rho_{\text{қан.бу}}}{V} dt; \\
 \ln\left(1 - \frac{\rho}{\rho_{\text{қан.бу}}}\right) &= -\frac{kS\rho_{\text{қан.бу}} t}{V}; \\
 1 - \frac{\rho}{\rho_{\text{қан.бу}}} &= e^{-\frac{kS\rho_{\text{қан.бу}} t}{V}}; \\
 \frac{\rho}{\rho_{\text{қан.бу}}} &= 1 - e^{-\frac{kS\rho_{\text{қан.бу}} t}{V}}; \\
 \rho &= \rho_{\text{қан.бу}} \left(1 - e^{-\frac{kS\rho_{\text{қан.бу}} t}{V}}\right) \tag{3.7}
 \end{aligned}$$

Формула (3.7) – көмірсутек буының тығыздығының уақытқа экспоненциалды тәуелділігі [1].

Мұнай қабатын толтыру процесін сандық модельдеу мұнай айдау станциясының резервуар паркінің понтонсыз (PBC-20000), көлемі 20 000 м<sup>3</sup> және булану бетінің ауданы жоқ тік болат резервуардың мысалында суреттелетін болады. 1698 м<sup>2</sup>, мұнайды толтыру және босату жылдамдығы 4000 м<sup>3</sup>/сағ. Қаныққан булардың тығыздығы 300 г/м<sup>3</sup> тең қабылданады. Қабаттағы мұнай бетінің үстіндегі газ-ауа кеңістігінің көмірсутек буларының 99%-ға дейін толық қанығу уақыты 1 сағат деп алайық [1]. Теориялық тұрғыдан, k жылдамдық коэффициенті есептеледі. (3.7) формула бойынша t = 1 сағат уақыт үшін:

$$\begin{aligned}
 \rho &= \rho_{\text{қан.бу}} \left(1 - e^{-\frac{kS\rho_{\text{қан.бу}} t}{V}}\right); \\
 0,99\rho_{\text{қан.бу}} &= \rho_{\text{қан.бу}} \left(1 - e^{-\frac{kS\rho_{\text{қан.бу}} t}{V}}\right); \\
 0,99 &= 1 - e^{-\frac{kS\rho_{\text{қан.бу}} t}{V}}; \\
 e^{-25,47k} &= 0.01; \\
 -25.47k &= \ln(0.01); \\
 -25.47k &= -4.605; \\
 k &= 0.18.
 \end{aligned}$$

Әрі қарай, әртүрлі сақтау уақыттарында булану процесін салыстырмалы талдау үшін осыған ұқсас жолмен 2, 4, 8 және 24 сағаттағы көмірсутек буларымен қанығу уақытының жылдамдық коэффициенттерін есептейміз:

Кесте 1 - Уақыттың әртүрлі нүктелері үшін жылдамдық коэффициенттері

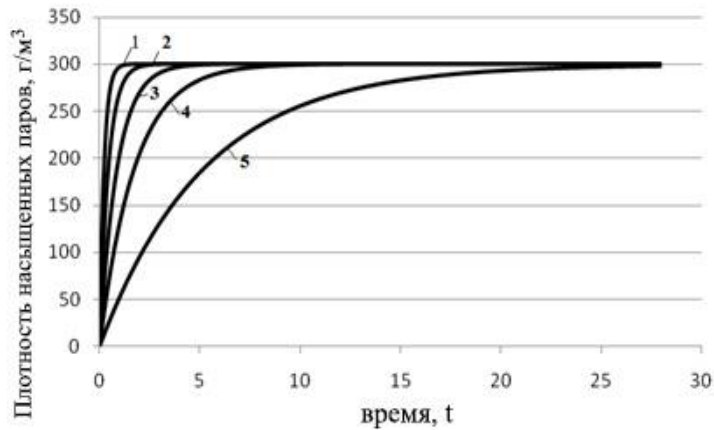
t, ч	1	2	4	8	24
k, м/с	0,181	0,091	0,045	0,023	0,0075

Жоғарыда айтылғандарды ала отырып, көмірсутек буларының ағымдағы уақыт үшін «айнадан» жоғары тығыздығының өзгеруін есептеп, қанығу тығыздығының уақытқа экспоненциалды тәуелділігінің графигін тұрғызуға болады [7].

Кесте 2 - Көмірсутек буларының қанығу тығыздығының уақытқа тәуелділігі

Ағымдағы уақыт, сағ	Будың тығыздығы, г/м <sup>3</sup>				
	k, м/с				
	0,181	0,091	0,045	0,023	0,0075
0,01	13,50167	6,828549	3,433928	1,721905	0,57507
0,05	61,69922	32,62342	16,78105	8,511261	2,864348
0,1	110,7091	61,69922	32,62342	16,78105	5,701348
0,15	149,6395	87,61317	47,57962	24,81622	8,511261
0,2	180,5632	110,7091	61,69922	32,62342	11,29434
0,25	205,1271	131,2935	75,02901	40,20913	14,05086
0,3	224,639	149,6395	87,61317	47,57962	16,78105
0,4	252,4495	180,5632	110,7091	61,69922	22,16348
0,5	269,9971	205,1271	131,2935	75,02901	27,44362
0,6	281,0691	224,639	149,6395	87,61317	32,62342
0,8	292,4632	252,4495	180,5632	110,7091	42,68956
1	296,9994	269,9971	205,1271	131,2935	52,37674
1,5	299,5244	288,0552	240,1381	165,9904	70,67072
2	299,97	296,9994	269,9971	205,1271	95,60907
2,5	300	299,0511	283,1277	228,8545	114,3065
3		299,6999	290,5118	246,6477	131,2935
3,5		299,9051	294,6643	259,991	146,7266
4		299,97	296,9994	269,9971	160,7478
4,5		300	298,3126	277,5007	173,4864
5			299,0511	283,1277	185,0597

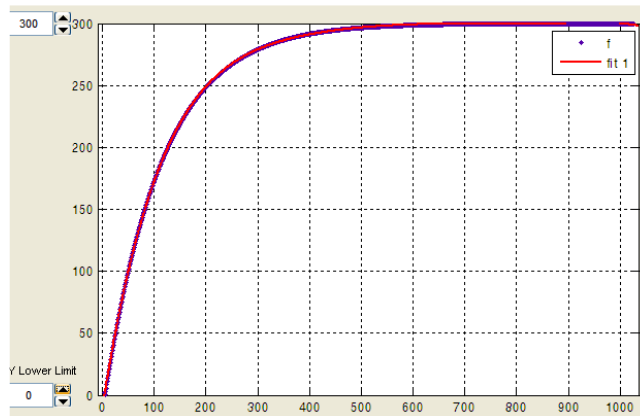
Алынған есептеулерге сәйкес резервуардың ішіндегі мұнай бетінен көмірсутектердің булану кинетикасы айқын көрінеді: резервуарда мұнай неғұрлым ұзақ сақталса, соғұрлым көмірсутектер буларының мөлшері буланып кетеді, бұл сонымен қатар будың қанықтыру тығыздығының уақытқа тәуелділігінің келесі графиктарында байқалады [16].



3.1 Сурет - Әртүрлі жылдамдық коэффициенттеріндегі будың қанығу тығыздығының уақытқа тәуелділіктері k.

Резервуардағы мұнайдың булану процестерін модельдеу үшін Matlab бағдарламалық пакеті қолданылды. 1-кестеде келтірілген мәліметтерге сәйкес өтпелі қисық (3.1-сурет) алынады және оның берілу функциясы, формуласы (3.8) анықталады. Дәлдіктің жеткілікті деңгейімен басқару нысанын екінші ретті келесі буынға жақындатуға болатындығы көрсетілді [12]:

$$W_{06}(s) = \frac{k}{(T_1s+1)(T_2s+1)} \quad (3.8)$$

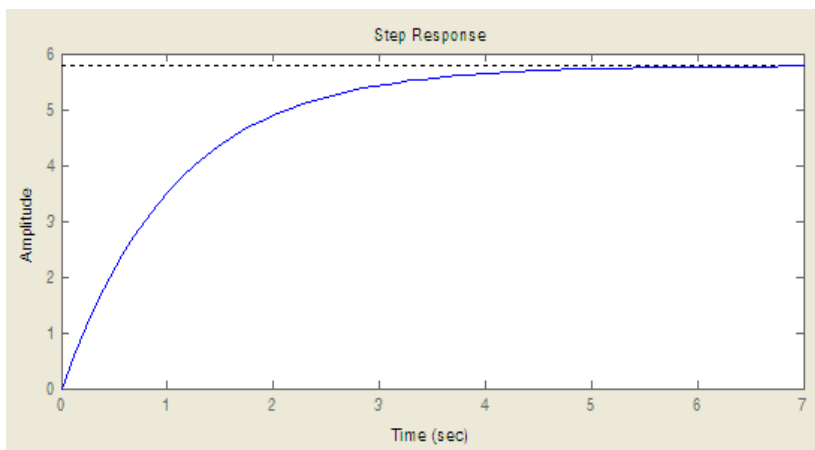


3.2 Сурет - Будың қанығу тығыздығының уақытқа тәуелділігінің аппроксимирленген қисығы

Нәтижесінде беріліс функциясы келесі түрге ие болады:

$$W_{06}(s) = \frac{11,05}{(2,05s + 1)(1,91s + 1)} = \frac{11,05}{(3,9155s^2 + 3.96s + 1)}$$

Бұдан әрі ауыспалы (сатылы әсер ету кезінде) сипаттама салынды (3.3-сурет).



3.3 Сурет - Өтпелі сипаттамасы

Беріліс функциясы бар инерциялық байланысқан сорғы:

$$W_{PO}(s) = \frac{k}{Ts+1} \quad (3.9)$$

$$k = \sigma = 2,46 \frac{\cos^2 \alpha}{z} \quad (3.10)$$

мұндағы  $k$ -сорғының беріліс коэффициенті;  
 $\sigma$ -сұйықтық беру теңсіздігінің коэффициенті;  
 $\alpha$ -Ілмек бұрышы (стандартты Ілмек бұрышы  $\alpha = 20^\circ$ );  
 $z$ -беріліс тістерінің саны ( $z = 8$ ).

Сорғы уақытының тұрақтысы келесі формула бойынша есептеледі:

$$T = \frac{V}{Q} \quad (3.11)$$

мұндағы  $T$  – сорғының уақыт тұрақтысы, с;  
 $V$  – жұмыс көлемі, м<sup>3</sup> ( $V=V = 10^{-2} \text{ м}^3$ );  
 $Q$  – жұмыс сұйықтығының шығыны, м<sup>3</sup>/с ( $Q = 0,0025 \text{ м}^3/\text{с}$ ).

Содан кейін (3.10) және (3.11) өрнектерді (3.9) формулаға қойып, беріліс функциясын аламыз:

$$W_{PO}(s) = \frac{2,46 \frac{\cos^2 20^\circ}{8}}{\frac{10^{-2}}{0,0025} s + 1} = \frac{0,27}{40s + 1}$$

Электр жетегінің беріліс функциясы келесі түрдегі тасымалдау функциясы бар бірінші ретті апериодтық буын болып табылады:

$$W_{ИМ}(s) = \frac{k}{Ts+1} \quad (3.12)$$

мұндағы  $k$  – объектінің беріліс коэффициенті;

$T$  – объектінің уақыт тұрақтысы.

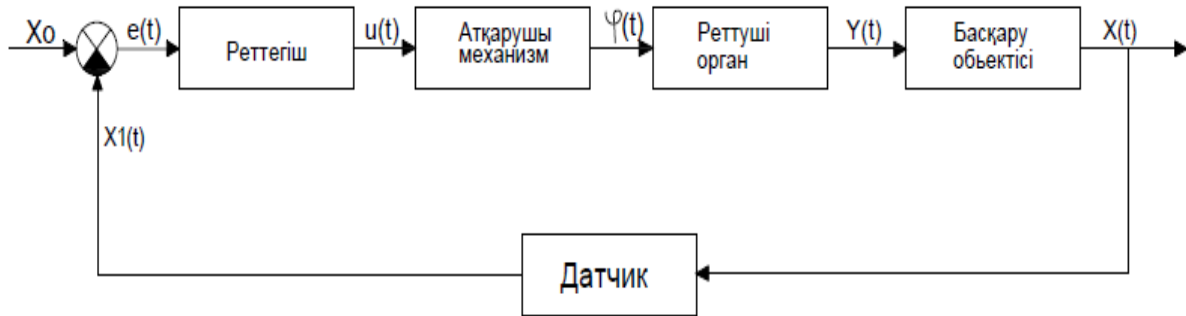
Электр жетегінің беріліс функциясының параметрлерін есептейік. Бұл элемент білік айналу жылдамдығының белгілі бір мәнін емес, электр жетегінің инерциясын және номиналды жылдамдыққа (шартты түрде бір ретінде қабылданады) үдеу кезіндегі кері әсерді таңдауды ескереді. Осылайша,  $k=1$ . Жетектің уақыт константасын берілген жүктемемен номиналды жылдамдыққа жету уақытының шамамен үштен бірі ретінде анықтауға болады [13]. Демек,  $T=0,11$ с. Нәтижесінде алынған параметрлерді (3.12) формулаға қойып, электр жетегінің беріліс функциясын аламыз:

$$W_{ИМ}(s) = \frac{k}{0,11s + 1}.$$

### 3.3 Газ қысымын автоматты реттеу жүйесін әзірлеу

Бұрын табылған беріліс функциялары негізінде резервуардың газ кеңістігінің қысымын автоматты басқарудың жабық жүйесін құрастырамыз (3.4-сурет). Осы АБЖ Matlab ортасының Simulink пакетінде орындалуы 3.6-суретте көрсетілген [12].

Формула (3.12) бұрын сипатталған тасымалдау функциясы бар электр жетегі жетек ретінде әрекет етеді. Бұл жүйенің басқару элементі (3.9) формуласында тасымалдау функциясы бар сорғы болып табылады. Басқару объектісі (БО) беру функциясы (3.8) формулада берілген булану үлгісімен сипатталады [12].



3.4 Сурет - АБЖ газ қысымының функционалдық сұлбасы

Жүйенің міндеті тұрақты  $X_0=700$  кПа - бұл резервуардың газ кеңістігінде сақталуы керек қысым. Басқару қатесіне байланысты контроллер  $e(t)=X_0-X_1(t)$ ,  $u(t)$  басқару әрекетін жасайды. Электр жетегі атқарушы механизм (АМ) ретінде электр қозғалтқышының айналу қозғалысын штоктың  $\varphi(t)$  трансляциялық қозғалысына түрлендіреді. Сорғы реттеуші органның (РО) рөлінде, булану үлгісімен сипатталған басқару объектісіне (БО) қысым цилиндрінің өзегі  $Y(t)$  күйінің мәнін шығарады. БО шығысында  $X(t)$  сигналы қалыптасады және ағымдағы қысым газ кеңістігі болып табылады. Ол сенсормен өлшенеді, бұл жағдайда манометр және  $X_1(t)$  сигналын шығарады - өлшенген қысым [13].

### 3.3.1 Газ қысымының АБЖ үшін реттегішті есептеу және таңдау.

П-, ПИ- және ПИД- реттегіштерінің параметрлерін есептеу Циглер-Никольс әдісі бойынша жүргізілді [7].

Пропорционалды басқару заңы (П-реттегіш)  $e(t)$  қателік сигналына пропорционал болатын  $u(t)$  басқару әрекетін жасайды:

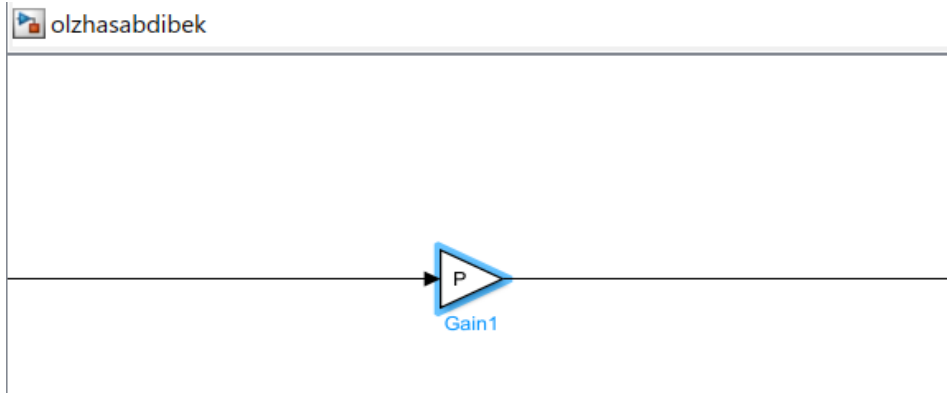
$$u(t) = k_p e(t)$$

мұндағы  $k_p$ -реттегіштің беріліс коэффициенті.

Суретте-15 көрсетілген Matlab ортасында жүзеге асырылатын П-реттеу Заңының беріліс функциясы:

$$W_p(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = k_p$$





3.5 Сурет – П-реттегіштерді Matlab жүйесінде енгізу

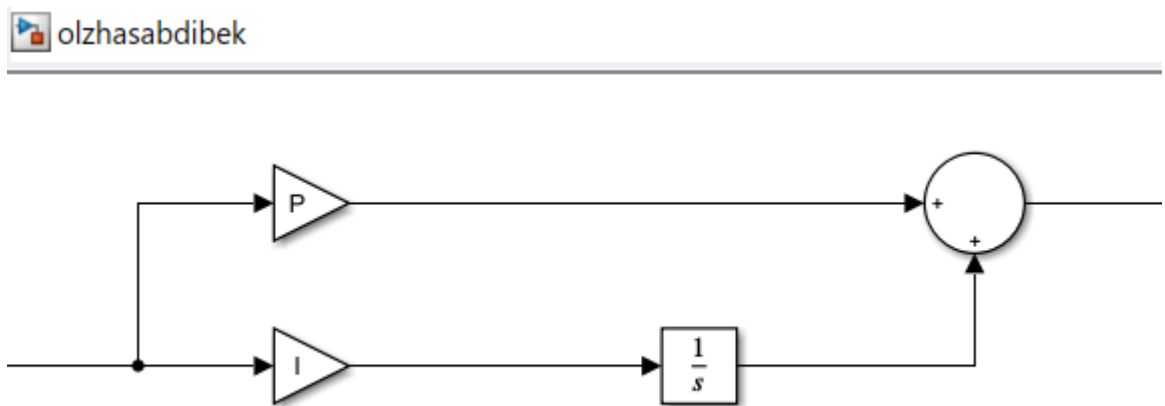
Пропорционалды-интегралдық заң шығысында пропорционал және интегралдық құрамдастарды қамтитын  $u(t)$  басқару әрекетін жасайды [15]:

$$u(t) = k_p e(t) + k_i \int_0^t e(\tau) d\tau \quad (3.16)$$

мұндағы  $k_i$ -интегралды компонент үшін беріліс коэффициенті.

Сурет-17 көрсетілген Matlab ортасында жүзеге асырылатын ПИ реттегішінің беріліс функциясы:

$$W_p(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = k_p + \frac{k_i}{s} = \frac{k_p s + k_i}{s} \quad (3.16)$$



3.6 Сурет - MatLab-да ПИ реттегішін енгізу

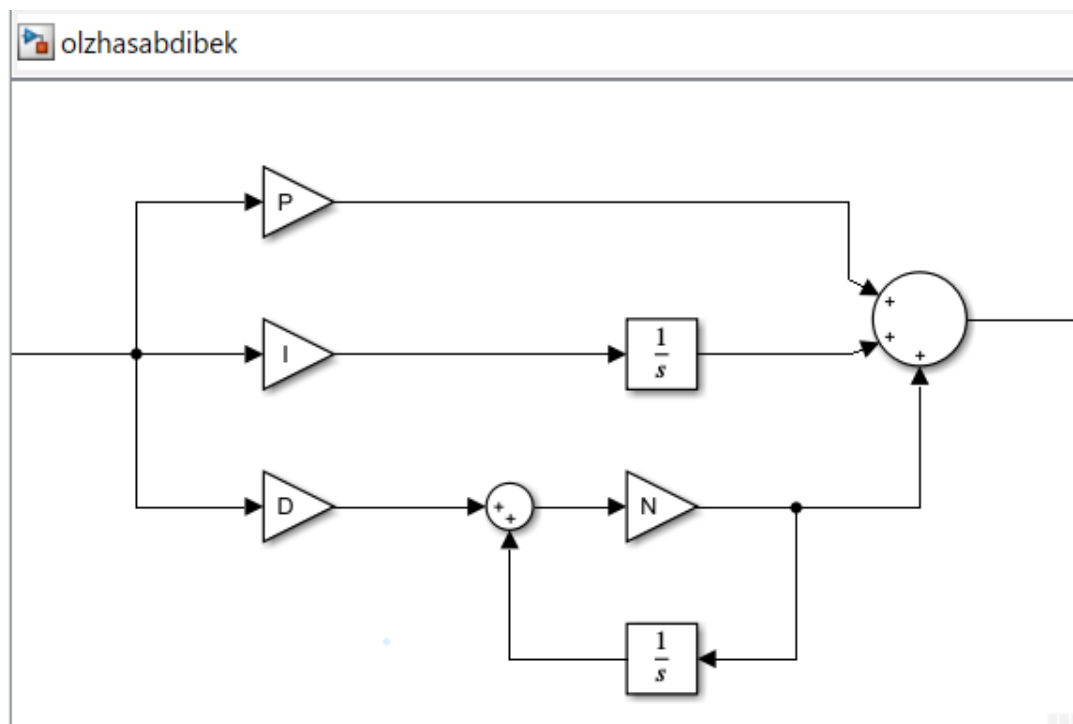
Пропорционалды-интегралдық-дифференциалды реттегішпен құрылған  $u(t)$  басқару әрекеті пропорционалды және интегралдық құрамдастардан басқа қате сигналының туындысына пропорционал үшінші құрамдас бөлікті қамтиды:

$$u(t) = k_p e(t) + k_i \int_0^t e(\tau) d\tau + k_d \frac{de(t)}{dt} \quad (3.17)$$

мұндағы  $k_d$ -туынды әсер ету мөлшерін анықтайтын беріліс коэффициенті.

(3.18) формуладағы ПИД басқару заңының беріліс функциясы, себебі идеалды дифференциалдаушы буын жоқ, онда дифференциалдық заң нақты дифференциалдаушы буынның көмегімен Matlab жүйесінде жүзеге асырылады (18-сурет) [12]:

$$\begin{aligned} W_p(s) &= \frac{U(s)}{E(s)} = k_p + \frac{k_i}{s} + \frac{k_d s}{0,01s + 1} = \\ &= \frac{k_d s^2 + k_p s(0,01s + 1) + k_i(0,01s + 1)}{s(0,01s + 1)} = \\ &= \frac{s^2(0,01k_p + k_d) + s(0,01k_i + k_p) + k_i}{s(0,01s + 1)} \end{aligned} \quad (3.18)$$



3.7 Сурет - MatLab-да ПИД реттегішін енгізу

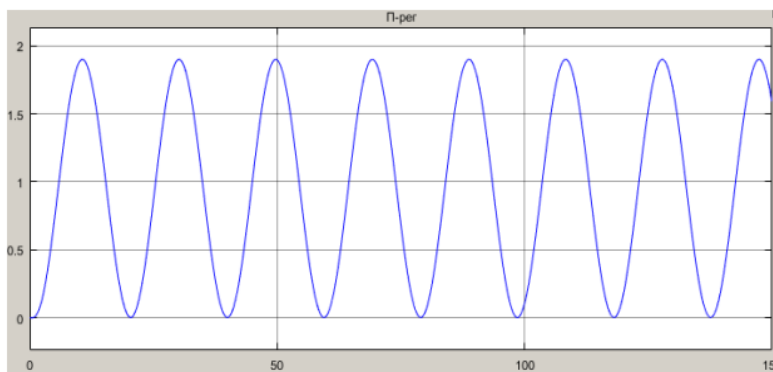
Циглер-Никольс әдісі басқару жүйесінің тұрақтылық шегін пайдалануға негізделген. Реттеу процедурасы Р-реттегіштерден және берілген басқару

жүйесінен тұратын жүйені эксперименттік зерттеуден басталады. Р-реттегіштің берілу коэффициенті жүйенің шығысында тұрақты тербеліс амплитудасы бар тербелістер (өзіндік тербелістер) орнатылғанша, яғни жүйе орнықтылық шекарасында болғанша артады. Жүйе орнықтылық шекарасында болатын реттегіштің беріліс коэффициентінің мәні бекітілген және  $k_p^*$  арқылы белгіленеді. Жүйеде орнатылған тербелістердің  $T^*$  периоды өлшенеді. Содан кейін реттеуіштердің коэффициенттері 3-кестеде келтірілген формулалар бойынша есептеледі [16].

Р-реттегіштен және берілген басқару жүйесінен тұратын жүйені тәжірибелік зерттеуді зерттеу нәтижесінде жүйеде өзіндік тербеліс пайда болатын  $k_p^*=6,482$ ,  $T^*=19,5$ с коэффициенті таңдалды (19-сурет) [13].

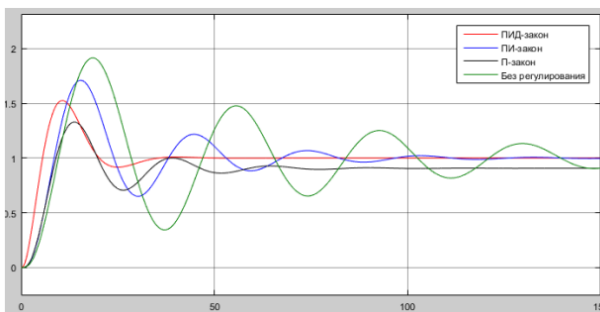
Кесте 3 - Типтік реттегіштердің параметрлері

	$k_p$	$k_i$	$k_d$
П-регулятор	$0,5k_p^*$		
ПИ-регулятор	$0,45k_p^*$	$0,54k_p^*/T^*$	
ПИД-регулятор	$0,6k_p^*$	$1,2k_p^*/T$	$0,075k_p^*T^*$



3.8 Сурет - Тұрақтылық шекарасындағы АБЖ қысымының өтпелі реакциясы

Осының негізінде барлық реттегіштердің параметрлері 3-кестедегі формулалар арқылы табылды. Р-заңы үшін  $k_p=3.241$ . ПИ реттегішінің коэффициенттері тең:  $k_p=2,9169$ ,  $k_i=0,1795$ . PID контроллерінің параметрлері:  $k_p=3,8892$ ,  $k_i=0,3989$ ,  $k_d=9,4799$ . Реттеу заңдарын салыстыру 20-суретте көрсетілген [13].



3.9 Сурет - Басқару заңдарының өтпелі сипаттамаларын салыстыру

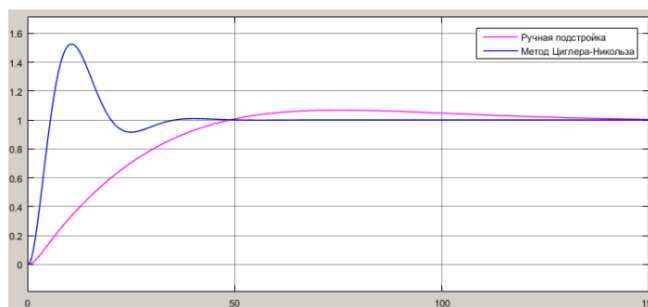
Барлық реттегіштерді салыстыру нәтижесінде ПИД реттеу заңы тандалды, өйткені ол ең қолайлы. Параметрлерді формулалар бойынша есептеу реттегіштің оңтайлы параметрін бере алмайтындығына байланысты, қолмен реттеуді орындау қажет. Қолмен баптау келесі ережелерге сәйкес орындалады [13]:

- пропорционалдық коэффициентті арттыру жылдамдықты арттырады және тұрақтылық шегін азайтады;
- интегралдық құрамдас бөлігінің төмендеуімен басқару қателігі уақыт өте тезірек төмендейді;
- интеграция константасының төмендеуі тұрақтылық шегін азайтады;
- дифференциалдық құрамдас бөліктің ұлғаюы тұрақтылық пен жылдамдық маржасын арттырады.

Осы қарапайым ережелерді сақтай отырып, қолмен баптау орындалды және ПИД контроллерінің оңтайлы параметрлері табылды:  $k_p=0,5425$ ,  $k_i=0,0207$ ,  $k_d=1,5395$ . Сонда ПИД контроллерінің тасымалдау функциясы мынаған тең болады:

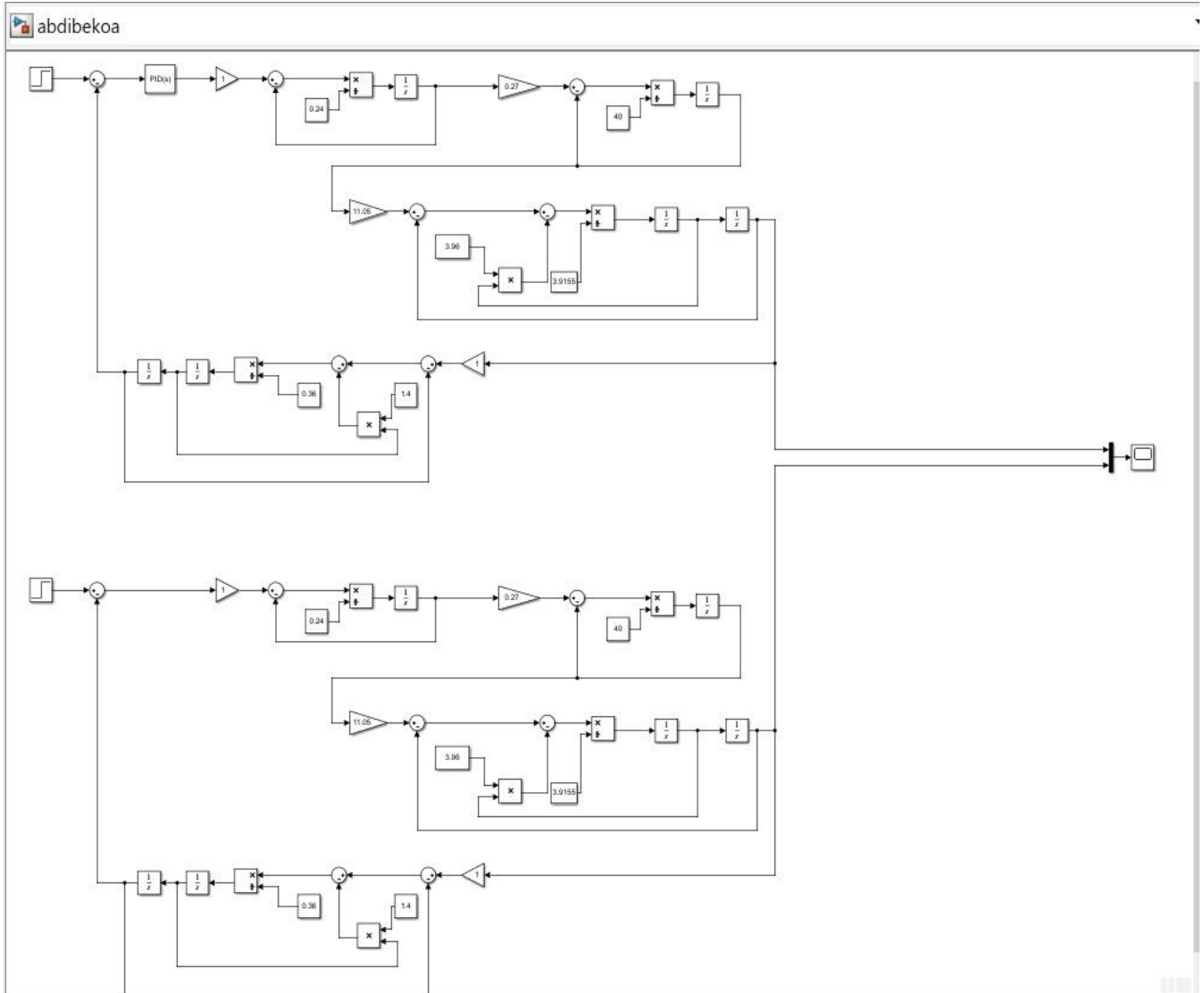
$$W_p(s) = \frac{s^2(0,01 \times 0,5425 + 1,5395) + s(0,01 \times 0,0207 + 0,5425) + 0,0207}{s(0,01s + 1)}$$

$$= \frac{1,5449s^2 + 0,5732s + 0,0207}{s(0,01s + 1)}$$

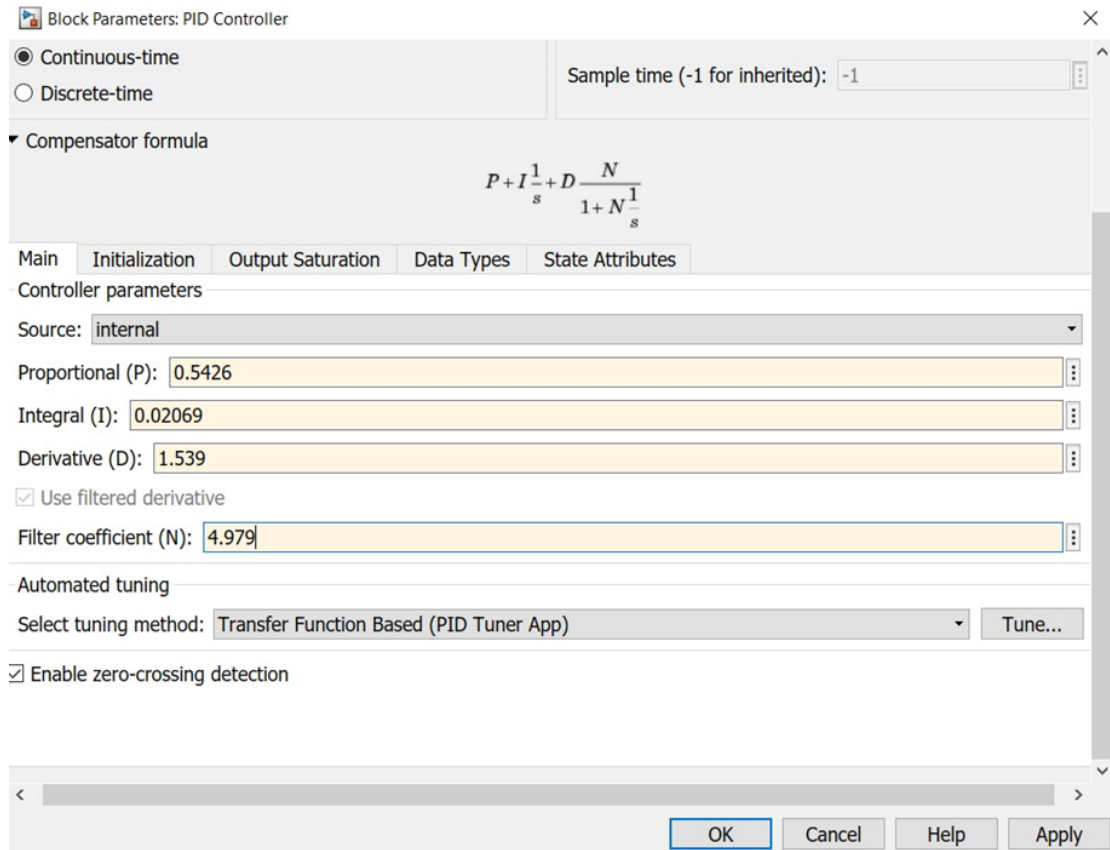


3.10 Сурет - Қолмен салуға дейін және кейін ПИД заңдарының өтпелі жауаптарын салыстыру

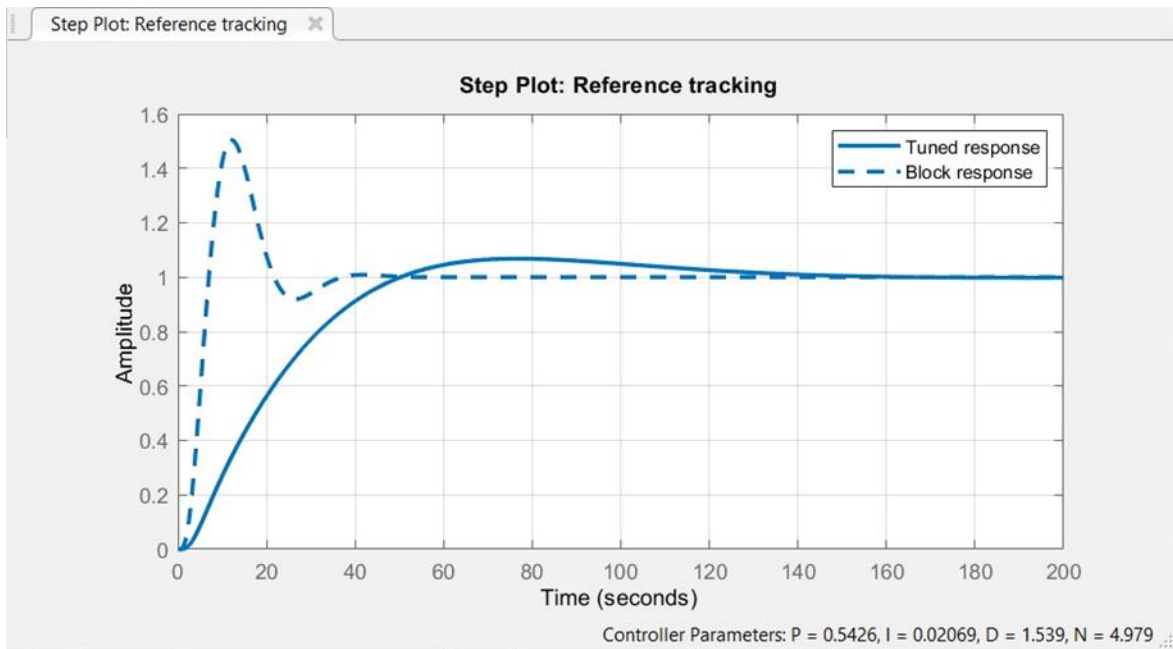
Реттегішті орнатқаннан кейін қысымды автоматты басқару жүйелерінің барлық элементтері Matlab ортасының Simulink пакетіне енгізілді және теріс кері байланысы бар бір тұйық контурлы автоматты басқару жүйесіне жинақталды (22-сурет). Резервуарлардың газ кеңістігінің АБЖ қысымы үшін тапсырма 700 кПа қысым болып табылады [13].



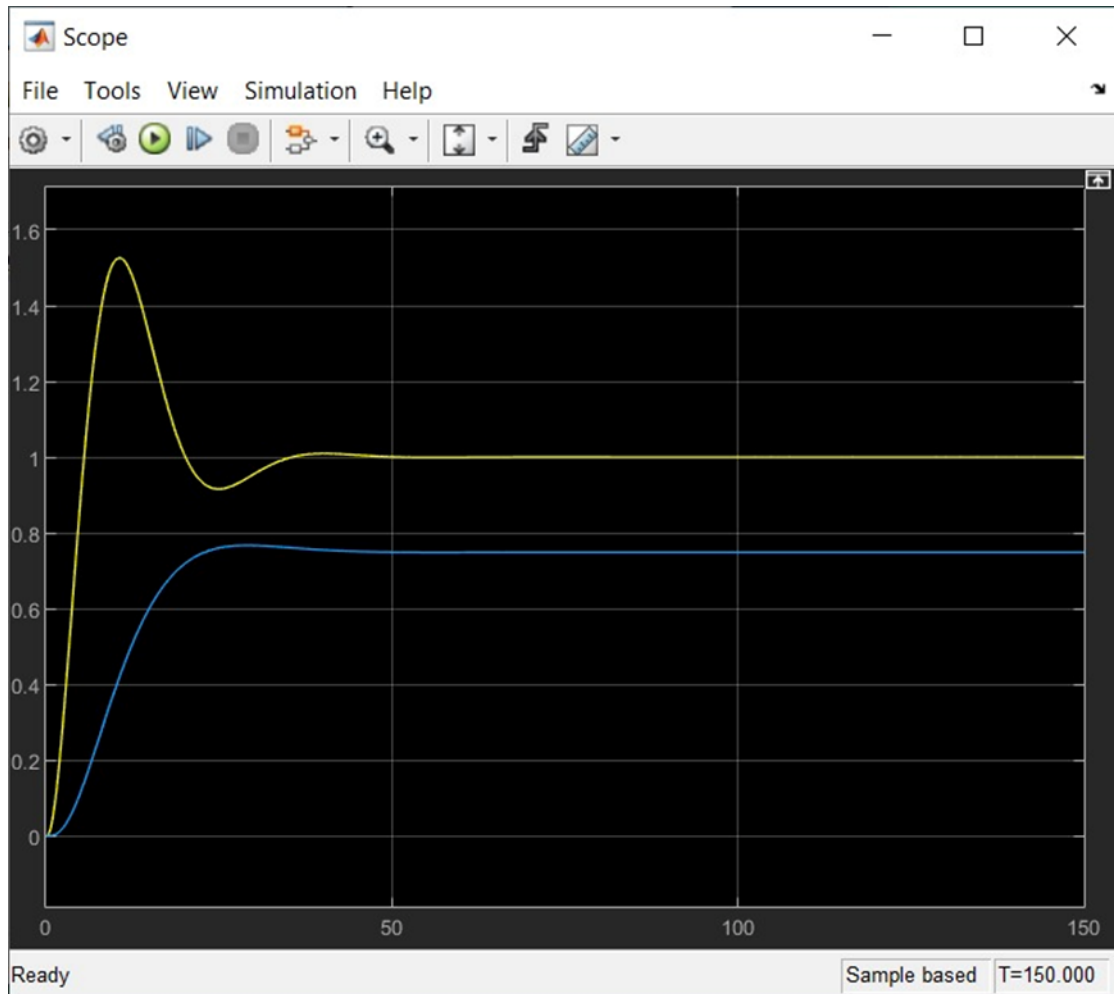
3.11 Сурет - Simulink-тегі қысым АБЖ



3.12 Сурет - Simulink-тегі ПИД-реттегішінің параметрлері



3.13 Сурет - Жүйеден алынған ПИД коэффициенттері



3.14 Сурет - Simulink-тегі қысым АБЖ график нәтижесі

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобадағы тақырып - резервуар паркін автоматтандыру. Мұнай айдау станциясының резервуар паркіндегі жұмыс үнемі мұнаймен байланысты. Цистерналар паркі арқылы мұнай айдау, цистерналарға қызмет көрсету, мұнайды судан тазарту бойынша барлық операциялар өрттің тұрақты шығу қаупімен, сондай-ақ қоршаған ауаның адам денсаулығына зиянды мұнай буларымен ластануымен байланысты. Резервуар паркін автоматтандырудың қазіргі кезде өзектілігі мұнай сақталуының тиімділігі болып табылады.

Мұнай сақтайтын резервуар паркі туралы және жалпы резервуар конструкциясының құрылуы сипатталды. Резервуарларды жасаудағы конструкциясына арналған материалдар олардың түрлері жазылды. Резервуар паркіндегі жалпы қолданылатын құрылғылар және болатын процесстер туралы айтылды. Оларға үлкен және кіші ауа алу және олардың алдын алу әдістері, су сепарациясы және парафинді азайту жолдары туралы жаздым. Содан кейін мұнай сақтайтын резервуарда мұнайдың деңгейін өлшеу түрлерін сипатталды. Осыдан басқа тағы резервуар паркін автоматтандырудың қажеттілігі қарастырдым. Алты резервуардан тұратын резервуар паркінің функционалдық сұлбасы сыздым және сипаттадым. Автоматты басқару жүйесі ретінде резервуар паркін алып және соны сипаттадым. Газ қысымын автоматты реттеу жүйесін әзірлеуі жайында есептеулер жүргіздім, автоматты басқару жүйесі газ қысымын реттеу туралы математикалық модель құрдым, оны MatLab бағдарламасында Simulink пакетінде модель жиналды. Осыдан оның ПИД реттегіш қосу арқылы қысым реттелген нәтижесін график түрінде алдым.



## Пайдаланылған әдебиеттер

- 1 Орынбет М.М О 71 Автоматтандыру негіздері : Оқу құралы / Орынбет М.М – Алматы : ҚазҰТЗУ, 2019. -262 б.
- 2 Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Условные обозначения приборов и средств автоматизации в схемах. – М.:Изд-во стандартов, 2013.
- 3 Автоматтандыру негіздері : оқу құралы / Ш.К. Көшімбаев, Б. А. Сүлейменов, Г. С. Баяндина ; ҚР білім ж-е ғылым мин-гі, Қ. И. Сәтбаев атындағы Қаз. ұлт. техн. зерттеу ун-ті. - Алматы : ҚазҰТЗУ, 2018. - 218 б. : сурет. - ISBN 978-601-323-125-9.
- 4 Автоматизация типовых технологических процессов : учеб. пособие / Ш.К. Кошимбаев, С.С. Жусупбеков ; Каз. нац. исслед. техн. ун-т им. К. И. Сатпаева. - Алматы : КазНИТУ, 2016. - 276 с. : ил. - (ҚазҰТЗУ). - ISBN 978-601-228-930-5.
- 5 Основы нефтегазового дела : учеб. пособие для вузов / Л.П. Мстиславская ; Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И. М. Губкина. - М. : ЦентрЛитНефтеГаз, 2012. - 256 с. : ил. - (Высш. нефтегаз. образование). - ISBN 978-5-902665-59-5.
- 6 Экономика транспорта и хранения нефти и газа : учеб. для вузов / А. Д. Бренц [и др.]. - М. : Недра, 1989. - 286 с. - (Высш. образование). - авт. указаны на обороте тит. л. - ISBN 5-247-01206-2.
- 7 Автоматизация нефтегазовых объектов : учеб. / Ж.У. Жубандыкова, Е.П. Котик. - Астана : Фолиант, 2015. - 224 с. : ил. - (Проф. образование). - ISBN 978-601-302-257-4.
- 8 Курс лекций по дисциплине "Сбор и подготовка скважинной продукции" / Б.В. Покрепин, А. Б. Нугманов. - Астана : Фолиант, 2003. - 112 с. : ил.
- 9 Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий : Учеб. пособие для вузов / В. А. Котляревский [и др.] ; Под ред. В. А. Котляревского, А. В. Забегаева. - М. : АСВ, 1998. - ISBN 5-87829-030-8.
- 10 Қарапайым дифференциалдық теңдеулер және MATLAB : оқу құралы / Б.Ж. Сағындықов. - Алматы : ҚазҰТЗУ, 2019. - 212 б. : сурет. - ISBN 978-601-323-170-9.
- 11 Математические модели : учеб. пособие / В. Н. Казагачев. - Алматы : New book, 2021. - ISBN 978-601-342-562-7.Т. 1. - 2021. - 323 с. : ил.
- 12 Моделирование объектов управления в Matlab : учеб. пособие / А. В. Затонский, Л. Г. Тугашова. - СПб. : Лань, 2019. - 144 с. : ил. - (Бакалавриат). - ISBN 978-5-8114-3270-7
- 13 Жүйелерді модельдеудің бағдарламалық құралдары (MATLAB/Simulink) : оқулық / Қ. Ә. Өжікенов. - Алматы : Дәуір, 2012. - 304 б. : сурет. - ISBN 978-601-217-359-8

14 Нефтебазы и автозаправочные станции : учеб. пособие для вузов / А.А. Коршак. - Ростов н/Д : Феникс, 2015. - 494 с. : ил. - (Высш. образование). - ISBN 978-5-222-23525-6

15 Элементы автоматизации нефтегазовой отрасли : учеб. для техн. и проф. образования / И.Т. Туганбаев. - Астана : Фолиант, 2011. - 272 с. : ил. - (Проф. образование). - ISBN 978-601-27-088-5

16 Элементы автоматизации нефтегазовой отрасли : учеб. пособие для техникумов / И.Т. Туганбаев, Н.Т. Айтиева ; Атыраус. ин-т нефти и газа. - Алматы : TST-Company, 2006. - 230 с. : ил. - (Учеб. для студентов электротехн., электромех. и электроэнерг. спец.). - ISBN 9965-9842-3-9

## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Абдибек Олжас Аскарулы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Резервуарларын сақтау орынды автоматтандыру

**Научный руководитель:** Нурлан Сарсенбаев

**Коэффициент Подобия 1:** 0.7

**Коэффициент Подобия 2:** 0

**Микропробелы:** 0

**Знаки из других алфавитов:** 7

**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 11.05.2022<sub>2</sub>

Мусилов К. Б.  
Итус  
проверяющий эксперт

## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Абдибек Олжас Аскарулы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Резервуарларын сақтау орынды автоматтандыру

**Научный руководитель:** Нурлан Сарсенбаев

**Коэффициент Подобия 1:** 0.7

**Коэффициент Подобия 2:** 0

**Микропробелы:** 0

**Знаки из здругих алфавитов:** 7

**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

Заведующий кафедрой

