

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес
акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6B07103 – Автоматтандыру және роботтандыру

Масенов Нурболат Бисенұлы

«Конструкторлық жобалау құралдарын пайдалана отырып, мұнайды айдау үдерісімен АБЖ
әзірлеу»

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

6B07103 – Автоматтандыру және роботтандыру

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

КОРЕАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Автоматтандыру және басқару
кафедрасының меңгерушісі,
Физика – математика ғылымдарының
кандидаты

Алтияров Н.У.

2023 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы «Мұнай айдау процесі үшін инженерлік жобалау құралдарын АБЖ-де
әзірлеу»

6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

Орындаған:

Рецензент:

ЖШС «ГЭЛМЗ» заводының
директоры

Шакиров Б.М.

« 6 » 2023 ж.

Масенов Н.Б.

Ғылыми жетекші:

тех.ғыл.маг.,
аға оқытушы

Искакова А.М.

« 21 » 06 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6B07103 – Автоматтандыру және роботтандыру

БЕКІТЕМІН

Автоматтандыру және басқару кафедрасының меңгерушісі,
физика-математика ғылымдарының кандидаты
Алдияров Н.У.
2023 ж.

**Дипломдық жобаны орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Масенов Нурболат Бисенұлы

Тақырыбы: «Конструкторлық жобалау құралдарын пайдалана отырып, мұнайды айдау үдерісімен АБЖ әзірлеу»

Академиялық мәселелер жөніндегі проректоры Б.А.Жаутиковтің 2022 жылғы «23» қарашада № 408-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жоба тапсыру мерзімі: «9» 06 2023жс.

Дипломдық жобаның бастапқы деректері: технологиялық бөлім; негізгі бөлім;

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Мұнай айдау станцияларын орналастыру;

ә) Мұнай құбырының математикалық моделін әзірлеу;

б) Мұнай өңдеу зауыттарын басқаруға арналған PLC-SCADA жүйесін зерттеу;

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып): Функционалды автоматтандыру схемасы; Техникалық құралдар кешенінің құрылымдық сызбасы.

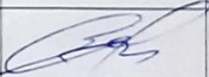
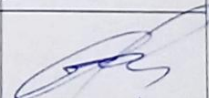
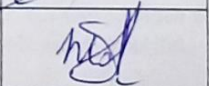
Жоба презентациясы слайдтарда жоғарыда аталып кеткен мәліметтер көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер В.М. Агапин, Б.Л. Юфин. Кривошейн, В.А. Тепловые и гидравлические расчеты трубопроводов для нефти и нефтепродуктов. – М.: Недра, 1981, Алиев Р.А., Немудров А.Г., Белоусов В.Д., Яковлев Е.И., Юфин В.А. Трубопроводный транспорт нефти и газа. – М.: Недра, 1988

**Дипломдық жобаны дайындау
Кестесі**

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Технологиялық бөлім	18.01.2023-06.02.2023	
Негізгі бөлім	20.02.2023-06.04.2023	

Аяқталған дипломдық жұмыс (жоба) үшін, оған қатысты бөлімдердің жұмыстарын
(жобасын) көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған
қолдары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, консультанттар, Т.А.Ә. (уч. дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Технологиялық бөлім	Искакова А.М., тех.ғыл.маг., аға оқытушы	12.06.23	
Негізгі бөлім	Искакова А.М., тех.ғыл.маг., аға оқытушы	12.06.23	
Нормоконтроллер	Жеңіс А.Б., тех.ғыл.маг., ассистент	12.06.23	

Ғылыми жетекшісі _____ Искакова А.М.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы _____ Масенов Н.Б.

Күні _____ «21» желтоқсан 2023 ж

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жоба
(жұмыс түрлерінің бірі)

Масенов Нұрболат Бисенұлы
(оқушының аты жөні)

6B07103 «Автоматтандыру және роботтандыру»
(мамандықтың атауы мен шифрі)

Тақырыбы : Мұнай айдау процесі үшін инженерлік жобалау құралдарын АБЖ-де әзірлеу

Бұл дипломдық жобада тапсырма бойынша мұнай-газ өнеркәсібінде автоматтандыру жүйесін құру жасалды. Дипломдық жобада нысанның белгіленуі және зерттеу есебі, сонымен қатар басты мәселесі, технологиялық үрдісі, параметрлері, ерекшеліктері, құрылымдық сұлбасы сияқты үрдістерді келтірілген.

Технологиялық бөлімде магистральдық мұнай құбыры арқылы тасымалдаудың технологиялық процесінің сипаттамасы, Мұнай айдау станцияларының резервуарлық парктерінің қысымды реттеу тәсілдері қарастырылған.

Арнайы бөлімде - мұнай құбырының математикалық моделін есептеу, бөлінген параметрлері бар объектілер динамикасының негіздері, басқару міндетін қою, автоматтандырудың функционалдық схемасын әзірлеу, автоматтандыру құралдарына шолу және таңдау құруды қарастырылған.

АБЖ үшін зерттелінетін объектінің математикалық модельдеуі жасалынған.

Жалпы дипломдық жобаны барлық ҚазҰТЗУ СТ - 09 – 2023 мәтіндік және графикалық материалды құруға, көрсетуге, безендіруге және мазмұнына қойылатын жалпы талаптар өз деңгейінде орындалды, Масенов Нұрболат Бисенұлын автоматтандыру және роботтандыру мамандығы бойынша техника және технология саласының бакалавры квалификациясын беруге лайықты деп ұсынамын.

Ғылыми жетекші:

Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ

«Автоматтандыру және басқару» кафедрасының

Техника ғылымдар магистрі., аға оқытушы

Искакова А. М.

«2» маусым 2023 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жоба

(жұмыс түрлерінің атауы)

Масенов Нұрболат Бисенұлы

(оқушының аты-жөні)

6B07103 «Автоматтандыру және роботтандыру»

(мамандықтың атауы мен нөмірі)

Тақырыбы : Мұнай айдау процесі үшін инженерлік жобалау құралдарын АБЖ-де әзірлеу

Орындалды:

а) графикалық бөлім _____ 7 _____ парак
б) түсініктеме _____ 57 _____ бет

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Бұл дипломдық жобада тапсырма бойынша мұнай-газ өнеркәсібінде автоматтандыру жүйесін құру жасалды. Дипломдық жобада нысанның белгіленуі және зерттеу есебі, сонымен қатар басты мәселесі, технологиялық үрдісі, параметрлері, ерекшеліктері, құрылымдық сұлбасы сияқты үрдістерді келтірілген.

Технологиялық бөлімде магистральдық мұнай құбыры арқылы тасымалдаудың технологиялық процесінің сипаттамасы, Мұнай айдау станцияларының резервуарлық парктеріннің қысымды реттеу тәсілдері қарастырылған.

Арнайы бөлімде - мұнай құбырының математикалық моделін есептеу, бөлінген параметрлері бар объектілер динамикасының негіздері, басқару міндетін қою, автоматтандырудың функционалдық схемасын әзірлеу, автоматтандыру құралдарына шолу және таңдау құруды қарастырылған.

АБЖ үшін зерттелінетін объектінің математикалық модельдеуі жасалынған.

ЖҰМЫС ҮШІН ЕСКЕРТПЕЛЕР

Дипломдық жобада кейбір техникалық сөздер дұрыс аударылмаған.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы дипломдық жобаны В (75%) деп бағалауға, Масенов Нұрболат Бисенұлы автоматтандыру және роботтандыру мамандығы бойынша техника және технология саласының бакалавры квалификациясын беруге лайықты деп ұсынуға болады.

Рецензент

ЖШС «ТЭЛМЗ» заводының директоры
(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

Шакиров Б. М.

(қолы)

«2» _____ 2023 ж.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Масенов Нұрболат Бисенұлы

Название: Конструкторлық жобалау құралдарын пайдалана отырып, мұнайды айдау үдерісімен АБЖ әзірлеу

Координатор: Сарсенбаев Н.С

Коэффициент подобия 1: 1.27%

Коэффициент подобия 2: 0.74%

Замена букв: 31

Интервалы: 20

Микропробелы: 54

Белые знаки: 111

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

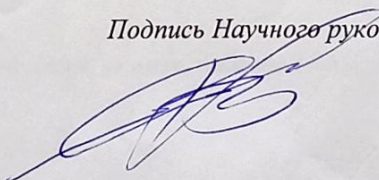
- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 1.27% и Коэффициент подобия 2: 0.74. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

«9» июнь 2023г.

Дата

Подпись Научного руководителя



**Протокол анализа Отчета подобия
заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

Заведующий кафедрой / начальника структурного подразделения заявляет, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Масенов Нұрболат Бисенұлы

Название: Конструкторлық жобалау құралдарын пайдалана отырып, мұнайды айдау үдерісімен АБЖ әзірлеу

Координатор: Сарсенбаев Н.С

Коэффициент подобия 1: 1.27%

Коэффициент подобия 2: 0.74%

Замена букв: 31

Интервалы: 20

Микропробелы: 54

Белые знаки: 111

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальника структурного подразделения констатирует следующее:

- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем не допускаю работу к защите.

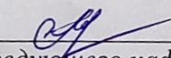
Обоснование: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 1.27% и Коэффициент подобия 2: 0.74%. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

« 9 » июнь 2023 г.
Дата


Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:
Дипломный проект допускается к защите.

« 9 » мая 2023 г.
Дата


Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Мемлекеттік институтының комиссиясы

Государственный институтының комиссиясы

По специальности Автоматизация и управление

«Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша

МАК мүшелері

Бейсенбай А.

Члены ГАК «И»

06

2023 г.

Студентке берілген сұрақ

Вопросы студенту

Мәселелі Н.

Рет №	Сұрақ Вопросы	Баға Оценка
1	Қиын дағдылық жұмыс	
2	істеу функциясы?	
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		

Қолы

Подпись

АНДАТПА

Дипломдық жұмыста, жобалық-конструкторлық құралды пайдалып, сорғы майларын автоматты басқару жүйесін негізгі міндет болып табылады. Дипломдық жоба үш бөлімнен тұрады, олар, технологиялық бөлім, технологиялық есептеулер және математикалық модель бөлімі.

Алғашқы тарауларда магистральды құбыр арқылы мұнай тасымалдауды технологиялық процесінің сипаттамасы жасалынды. Құбырды жобалауда қажетті барлық технологиялық есептер көрсетілді.

Үшінші тарауда мұнай құбырларының математикалы моделін әзірлеу мен оны MATLAB бағдарламасында жасалынды.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе основной задачей является разработка проектно-конструкторского инструмента и система автоматического управления насосными маслами. Дипломный проект состоит из трех разделов: технологический раздел, технологический расчет и раздел математической модели.

В первых главах разработана характеристика технологического процесса транспортировки нефти по магистральному трубопроводу. Показаны все технологические расчеты, необходимые при проектировании трубопровода.

Третья глава посвящена разработке математической модели нефтепроводов и ее разработке в программе MATLAB.

ANNOTATION

In the thesis, the main task is to develop a design tool and an automatic control system for pumping oils. The diploma project consists of three sections: a technological section, a technological calculation and a section of a mathematical model.

In the first chapters, the characteristics of the technological process of oil transportation through the main pipeline are developed. All technological calculations necessary for pipeline design are shown.

The third chapter is devoted to the development of a mathematical model of oil pipelines and its development in the MATLAB program.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Мұнайды басқару объектісі ретінде магистральдық мұнай құбыры арқылы тасымалдаудың технологиялық процесінің сипаттамасы	8
1.1 Мұнайды магистральдық мұнай құбыры арқылы айдау технологиясы	8
1.2 Магистральдық мұнай құбырының негізгі технологиялық құрылыстары	9
2 Магистральдық мұнай құбырларының технологиялық есебі	17
2.1 Мұнай құбырын технологиялық есептеу үшін бастапқы деректер	17
2.2 Мұнайдың тығыздығы мен тұтқырлығын есептеу	18
2.3 Құбырдың гидравликалық есебі	19
2.4 Гидравликалық көлбеу	22
2.5 Құбыр, сорғы және сорғы станциясының сипаттамалары	22
2.6 Қысым балансының теңдеулері. Мұнай айдау станцияларының санын анықтау	25
2.7 Мұнай айдау станцияларын орналастыру	29
2.8 Магистральдық мұнай құбырының өткізу қабілетін арттыру	29
2.9 Белгіленбеген режимдер кезіндегі мұнай құбырларының технологиялық есептеулері	30
3 Мұнай құбырының математикалық моделін әзірлеу	31
3.1 Бөлінген параметрлері бар объектілер динамикасының негіздері	31
3.2 Мұнай құбырының математикалық моделі	32
3.3 MATLAB қосымшалар пакетінде мұнай құбырының математикалық моделін енгізу	33
3.4 Жиілікті басқару алгоритмі	36
3.5 Мұнай құбырын басқару және технологиялық процесті бақылау автоматика жүйелері	37
3.6 Мұнай өңдеу зауыттарын басқаруға арналған PLC-SCADA жүйесі	40
3.7 Зияткерлік SCADA-мұнай өңдеу зауыттарына арналған жүйе	49
3.8 Scada жүйелерін бағдарламалау	59
Қорытынды	63
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	64

КІРІСПЕ

Қазақстан Республикасында көмірсутек шикізатының орасан зор қоры бар-а-лемдік қордың 3,3% құрайды. Қазіргі уақытта қазақстандық мұнай негізінен республикадан тыс жерлерге өңделмеген түрде әкетіледі, ал Қазақстанға мұнай өнімдерінің көп мөлшері әкелінеді. Бұл мұнайды тасымалдаудың ұтымды схемасын таңдауды негіздеу мәселесін тудырады.

Мұнай-газ саласындағы құбыр көлігінің рөлі өте жоғары. Өнеркәсіптің қарқынды дамуы индустриалды дамыған елдердің энергетикалық тепе-теңдік құрылымының күрт өзгеруіне әкелді. Мұнайдың көп мөлшерін тасымалдау қажеттілігі құбыр көлігінің қарқынды дамуына әкелді. Мұнай жүктерін тасымалдау үздіксіз, арзан, ең аз шығынмен болуы керек.

Магистральдық мұнай құбырлары мұнайды өндірілетін аудандардан тұтынушыларға дейін тасымалдауға арналған. Магистральдық құбыр автоматтандыруға өте ыңғайлы объект болып табылады, оны автоматтандыру қызмет көрсету персоналының санын азайтуға және пайдалану шығындарын азайтуға ғана емес, сонымен қатар айдау станцияларын жеңілдету және өткізу қабілеттілігінің максималды режимінде жұмыс істеу кезінде құбырды оның беріктігі шегінде толық пайдалану арқылы құрылысқа салынған капитал салымдарының айтарлықтай төмендеуін қамтамасыз етеді.

Магистральдық құбырларды автоматтандырудың ыңғайлылығы әрбір станцияны сыйымдылықсыз айдау және сору кезінде рұқсат етілген қысым шегінде ұстап тұра отырып, құбыр арқылы берілген мұнай мөлшерін үздіксіз айдаудан тұратын Негізгі технологиялық процестің қарапайымдылығымен және айдауға арналған энергияның ең аз жиынтық шығыны кезінде сыйымдылығы бар станциялармен айқындалады.

Бұл дипломдық жобада мұнайды құбыр арқылы тасымалдаудың технологиялық процесі толық зерттелді, магистральдық мұнай құбырының барлық негізгі құрылыстары сипатталды және мұнай құбырын жобалау үшін қажет барлық есептеулер келтірілді. Сондай-ақ, *AutoCAD* бағдарламалық пакетінде мұнай айдау станциясының схемасы әзірленді және *matLAB* қосымшалар пакетінде мұнай құбырының математикалық моделі іске асырылды.

1 Мұнайды басқару объектісі ретінде магистральдық мұнай құбыры арқылы тасымалдаудың технологиялық процесінің сипаттамасы

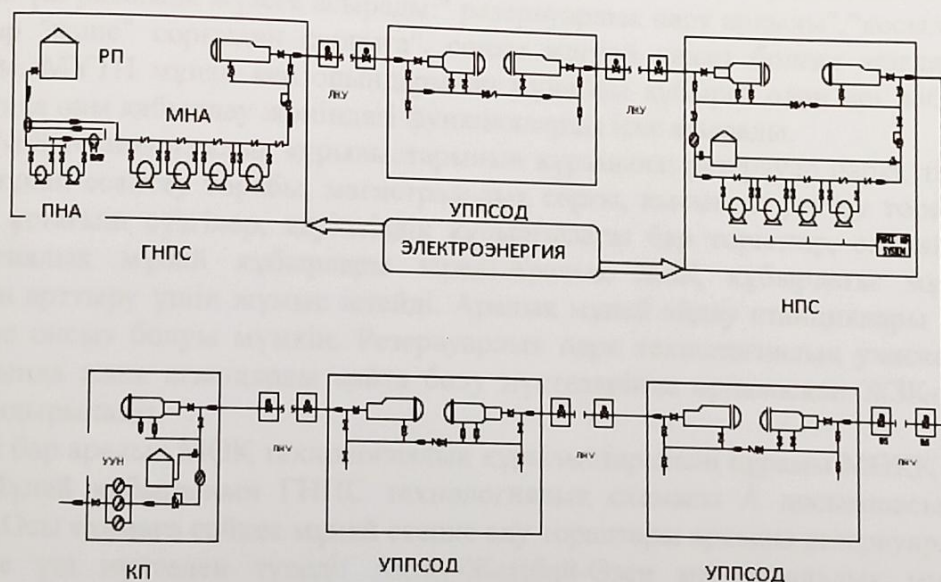
1.1 Мұнайды магистральдық мұнай құбыры арқылы айдау технологиясы

Магистральдық мұнай құбыры-бұл үлкен диаметрлі құбыры бар тұтас гидравликалық жүйе, оның трассасында мұнай айдау станциялары бар. Мұндай мұнай құбыры "сорғыдан сорғыға"технологиялық схемасына сәйкес жұмыс істейді.

Тұйық технологиялық циклі бар құбыр арқылы мұнайды айдау мынадай процестерден тұрады: қабылдау, сақтау резервуарлық паркте мұнай партиясын кейіннен босату; келесі партияны дайындау және оны құбырға жіберу; қажетті сапамен мұнай партияларын бөлуден тыс жөнелту және бақылау.

Магистральдық мұнай құбыры орталықтандырылған бақылауды орындайтын және мынадай технологиялық құрылыстарда жұмысты қамтамасыз ететін автоматика құралдары кешені бар технологиялық объект болып табылады: бас мұнай айдау станциясы; аралық мұнай айдау станциялары; сорғы станциясы; тіреу сорғы агрегаттары; косалқы жүйе; қысымды реттеу жүйесі; энергиямен жабдықтау жүйесі; катодты қорғау жүйесі; резервуарлық парк; мұнайды есепке алу торабы; СОД қабылдау - іске қосу құрылғысы; желілік кран торабы; соңғы нүкте.

Мұнайды магистральдық мұнай құбыры арқылы тасымалдау процесінің жалпы технологиялық схемасы 1.1-суретте көрсетілген



1.1-сурет – Мұнай тасымалдаудың технологиялық схемасы

Сәйкесінше 1.1-суретте, шикізат резервуар паркінен МНА кіреберісіне мна арқылы жіберіледі, содан кейін шикізат құбырдағы үйкеліс күшін келесі МӨҚ-ға дейін еңсеру үшін қажетті қысымы бар магистральдық құбырға жіберіледі.

Бірнеше мна-ны NPS-те іске қосу кезінде құбырды деформациялауы және ең нашар жағдайда оны бұзуы мүмкін артық қысымның пайда болуына ықпал етуі мүмкін. Бұл жағдайда қысымды босату жүйесі және қысымды реттеу жүйесі деп аталатын артық қысымды сөндіру құрылғылары немесе құбырдың тиімдірек және үнемді жұмысы үшін жиілікті реттегіштер қарастырылған.

Қысымды реттегеннен кейін мұнай ағыны магистральдық мұнай құбырының желілік бөлігіне жіберіледі, онда секциялық ысырмалар (ЛКУ) және лупингтер (негізгі құбырға параллель салынатын құбыр учаскесі; соңғысының өткізу қабілетін арттыру үшін қосылады) орнатылған. Осы клапандардың арқасында LF параметрлерін өзгертуге және оның жеке бөліктерін жабуға болады.

Мұнай айдау процесінің маңызды бөлігі электр энергиясы болып табылатындығын атап өткен жөн. Оның негізгі сызықтары 1.1-суретте Қос көрсеткілермен көрсетілген.

1.2 Магистральдық мұнай құбырының негізгі технологиялық құрылыстары

Мұнай айдау станциялары бас және аралық болып бөлінеді.

МҰТП магистральдық мұнай құбырының бастауында орналасқан және жұмысты үш режимде жүзеге асырады: "резервуарлық парк арқылы", "қосылған резервуар "және" сорғыдан сорғыға", соңғы жағдай қажет болған жағдайда жасалады. МҰТП мұнай кен орындарынан мұнайды құбырға одан әрі жіберу мақсатында оны қабылдау жөніндегі функцияларды іске асырады.

GNPS технологиялық құрылыстарының құрамына: резервуар паркі, тірек сорғы, мұнай есептеу торабы, магистральдық сорғы, қысымды реттеу торабы, балшық ұстағыш сүзгілер, қауіпсіздік құрылғылары бар тораптар, сондай-ақ технологиялық мұнай құбырлары кіреді. Аралық ЖЗҚ құбырдағы мұнай қысымын арттыру үшін жұмыс істейді. Аралық мұнай айдау станциялары РП-мен және онсыз болуы мүмкін. Резервуарлық парк технологиялық учаскенің шекарасында және ағындарды қайта бөлу нүктелерінде орналасқан ЖЗҚ-мен жарактандырылады.

РП бар аралық МӨҚ технологиялық құрылыстарының құрамы МӨҚҚ - ға ұқсас. Мұнай құбырының ГНПС технологиялық схемасы А қосымшасында берілген. Осы схемаға сәйкес мұнай есепке алу тораптары арқылы резервуарлық парктерге үш нүктеден түседі: Ақтау-Жетібай-Өзен магистральдық мұнай құбыры, ЖШС "Жетібаймұнайгаз" және "Хазар" ЖШС. Немесе су қоймасы саябақты айналып өту электр жетегі бар тірек сорғы агрегаттарына жіберіледі.

Тірек сорғылары негізгі сорғылардың кавитациясыз жұмыс істеуі үшін

қажетті қысымды жасайды. Әрі қарай мұнай электр жетегі бар магистральдық сорғы қондырғыларына түседі. Осыдан кейін мұнай қысыммен мұнайды жылыту пункттеріне түседі және одан әрі қысымды реттеу торабы және қырғышты іске қосу камерасы арқылы Актау-Жетібай - Өзен магистральдық мұнай құбырына жіберіледі.

Мұнай өнеркәсібінде негізінен поршеньді, орталықтан тепкіш, поршеньді және айналмалы сорғылар қолданылады. Соңғы екеуі төмен деңгейге байланысты ескірді немесе ластанбаған сұйықтықтарға қойылатын талаптар Төменде центрифугалық және поршеньді сорғылар арасындағы негізгі айырмашылықтар келтірілген.

Орталықтан тепкіш сорғылар:

- ағын пульсацияланбайды;

- максималды бастың шамасы жұмыс дөңгелегінің диаметрімен және

сорғының айналу санымен анықталады және осы параметрлермен анықталған мәннен асып кете алмайды;

- үлкен өнімділікпен шағын өлшемдер;

- іске қосу алдында толтыруды қажет етеді;

- электр қозғалтқыштары мен бу турбиналарына тікелей қосылуға өте ыңғайлы;

- өнімділігі 30 м³/сағ кем болған жағдайда тиімділік салыстырмалы түрде төмен;

- қызмет көрсететін персоналдың саны аз;

- сұйықтықтың тұтқырлығы жоғарылаған сайын өнімділік, қысым және сору қабілеті тез төмендейді..

Поршеньді сорғылар:

- ағын пульсацияланады;

- қысымның максималды мәні қозғалтқыштың қуатымен анықталады;

- үлкен өнімділікпен үлкен өлшемдер;

- іске қосу алдында толтыруды қажет етпейді;

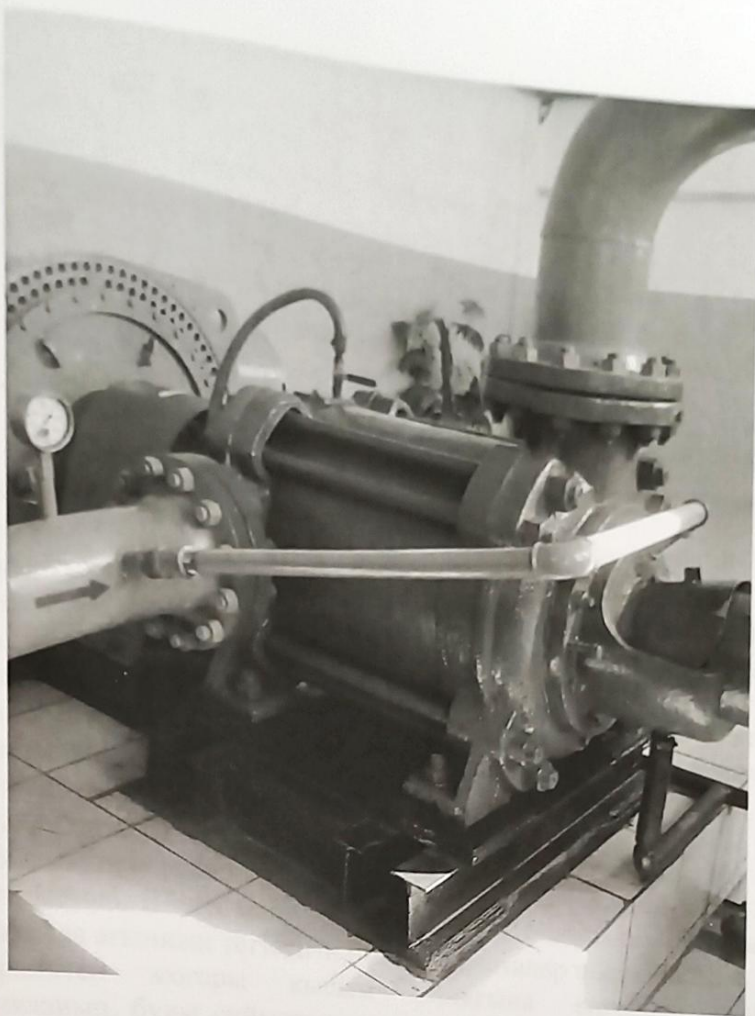
- электр қозғалтқыштары мен бу турбиналарына қосылу үшін күрделі берілістерді қажет етеді;

- өнімділігі төмен к. п. д. салыстырмалы түрде жоғары;

- білікті қызмет көрсету персоналының саны керемет;

- сұйықтықтың тұтқырлығы сорғының жұмысына аз әсер етеді.

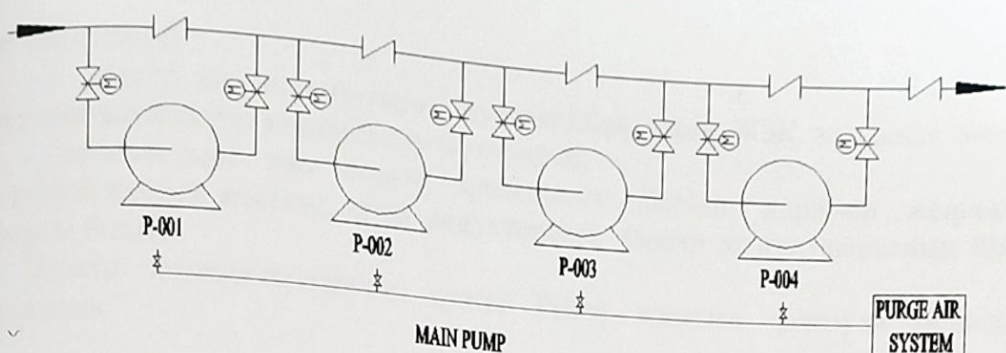
Сондықтан мұнай тасымалдауда жиі қолданылады сорғы болып табылады орталықтан тепкіш. Бұл сорғы 1.2-суретте көрсетілген. Орталықтан тепкіш сорғының технологиялық схемасы В қосымшасында келтірілген.



1.2 сурет – Орталықтан тепкіш сорғы

Мұнай сорғы кондырғыларының конструкцияларында сорғы роторының білігінің соңғы тығыздағыштарына ерекше назар аударылады. Орталықтан тепкіш сорғылардың соңғы тығыздағыштары айналмалы білік шығатын жерлерде сорғы корпусынан айдалатын сұйықтықтың ағып кетуін азайтуға қызмет етеді. Қазіргі сорғыларда соңғы тығыздағыштар маңызды түйіндердің бірі болып табылады. Олардың жұмысының сапасы бүкіл машинаның сенімділігін, кейде үнемділігін анықтайды.

1.3-суретте NPS MN жеңілдетілген схемасы берілген. Орнату схемасы бір, екі немесе үш сериялы қосылған сорғыларды іске қосу ықтималдығын ескереді. Бұл ретте жұмыс істемейтін сорғылардың бірі резервте толық дайындықта болуға тиіс. Сорғы корпустары әр сорғы жеке-жеке дамытатын үш еселенген қысымға тең МӨҚ-ның толық қысымына арналған.



1.3-сурет – Магистральдық сорғыларды ЖЗҚ-ға тізбектей қосудың қағидаттық схемасы

Тірек сорғылары. Магистральдық орталықтан тепкіш сорғының кавитациясыз жұмыс істеуі үшін оның кірісіне мұнайдың тірек сорғымен немесе алдыңғы сорғы станциясының пайдаланылмаған қысымынан пайда болатын белгіленген қысыммен түсуі қажет. Тірек сорғылары-бұл тек қуаты аз магистральдық сорғылар.

Тірек сорғыларының сенімділігі магистральдан кем болмауы керек. Сипаттама кавитация құбылысы. Бернулли теңдеуіне сәйкес,

гидростатикалық қысымның төмендеуімен жабық каналда сұйықтық жылдамдығы артады.

Жабық арнадағы сұйықтықтың жылдамдығы қысым берілген температурадағы осы сұйықтықтың бу қысымына тең болған кезде белгілі бір шекті мәнге жетеді. Шекті мәнге жеткенде, сұйықтық көпіршіктермен қайнай бастайды, арнада ағынның тегістігін бұзатын қалталар пайда болады.

Көпіршіктер жоғары қысым аймағына енгеннен кейін олар конденсацияланып, буды сұйықтық тамшыларына айналдырады, конденсация әдетте дыбыстық әсермен бірге жоғалып кеткен көпіршіктің бетін жабумен бірден жүреді.

Осындай ұмтылыспен сұйықтық массасы жабылатын қуыстарға үлкен үдеумен және соққылардың пайда болуымен осы нүктелердегі қысымның жергілікті жоғарылауы 300 ат-қа жетеді, бұл соққылар секундына ондаған мың рет қайталанады.

Бұл құбылыс кавитация деп аталады, ол сорғының стационарлық және қозғалмалы бөлігінде пайда болады.

Сорғыдағы кавитация құбылысы сорғының дірілімен, Шумен, ағынның төмендеуімен, қысыммен, қуатпен және тиімділікпен бірге жүреді., сондай-ақ жұмыс дөңгелегі арналарының қабырғаларын, сору берілісін, ал кейбір жағдайларда бұру қабырғаларын бұзу арқылы.

Сорғының шуы мен дірілі көпіршіктердің кенеттен конденсациясының нәтижесі болып табылады, өйткені жоғары қысым аймағы өтеді.

Сорғы жетегі. Мұнай сорғыларының жетегі-сорғыдан жарылысқа төзімді қабырғамен бөлінген электр қозғалтқышы.

Сорғыға арналған электр қозғалтқышы келесі талаптарды ескергеннен

кейін таңдалады:

- электр қозғалтқыштарын қуаттандыру үшін ЖЗҚ алаңында электр энергиясының қажетті көлемін алу мүмкіндігі;
- қозғалтқыш пен сорғы арасындағы беріліс қорабын жеңілдету қажеттілігі (тікелей қосылу, яғни редукторсыз, электр қозғалтқышының білігі бар сорғы білігі).

Электр қозғалтқышының қуаты $P(\text{Вт})$ сорғыға формула бойынша анықталады:

$$P = (1,05 - 1,15) Q N \rho g / \eta \quad (1.1)$$

мұнда Q – сорғыны беру, $\text{м}^3/\text{с}$;

P – сорғыдағы қысымды арттыру, м ;

ρ – сұйықтықтың тығыздығы, $\text{кг}/\text{м}^3$;

η – толық к.п.д. орнату, %;

g – ауырлық күшінің үдеуі, $\text{м}/\text{с}^2$.

Резервуарлық парктер мұнай құбыры арқылы мұнайды сенімді және үздіксіз тасымалдауға қызмет ететін мұнай құбырының ажырамас бөлігі болып табылады.

Резервуар парктері келесі функцияларды орындайды:

- кен орындарынан түсетін шикізатты сақтау;
- мұнай есебі;
- шикізаттың қажетті сапасын қамтамасыз ету, оның ішінде құрамдастыруға жол беріледі;

- мұнайды қабылдау-босату айырмашылығын өтеу бойынша жұмыс.

РП МН жалпы пайдалы көлемі келесі тәсілмен бөлінеді:

- МНПС мұнай құбырының үш тәуліктік өнімділігіне дейін екі тәуліктік көлемде резервуарлық парккі болуы тиіс;

- жұмыс учаскелерінің шекарасында орналасқан РП бар аралық ЖПҚ-да, сонымен қатар мұнай құбырлары арасындағы мұнай ағынын қайта бөлу учаскесінде мұнай құбырларының тәуліктік өнімділігінің 0,3-0,5 мөлшеріндегі РП ескерілуі тиіс. ЖЗҚ-да қабылдау-тапсыру операцияларын орындау кезінде резервуар парккі мұнай құбырының тәуліктік өнімділігі 1,0-1,5 шегінде болуы тиіс. РП жалпы сыйымдылығы резервуарлардың жалпы көлемін олардың номиналды көлемі бойынша анықтайды.

РП пайдалы көлемі пайдаланылмаған учаскелер мен технологиялық қалдықты ескеретін сыйымдылықты пайдалану коэффициентін ескере отырып есептеледі. Сыйымдылықты пайдалану коэффициентінің резервуар түріне тәуелділігі 1.1-кестеде көрсетілген.

Шикізатты дәйекті айдау кезінде әрбір МТҚС, аралық МӨҚ және соңғы пункттің РП көлемі жоспарда белгіленген айдау циклділігіне сәйкес әрбір сорттың жинақталу мөлшеріне байланысты болады.

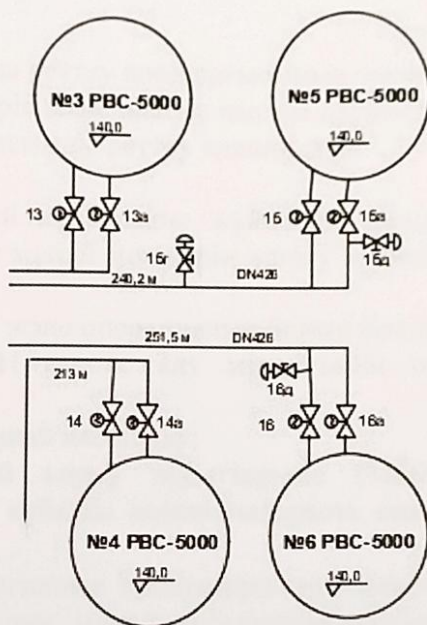
ЖЗҚ-дағы резервуарлардың саны резервуардың жеке көлемін ескере отырып, құрылыс номиналы бойынша РП көлемінің 8% -12% күрделі жөндеуге

арналған бір жылдық демалысты ескере отырып есептелуге тиіс.

Кесте 1.1 – Резервуар түрінен сыйымдылықты пайдалану коэффициенті

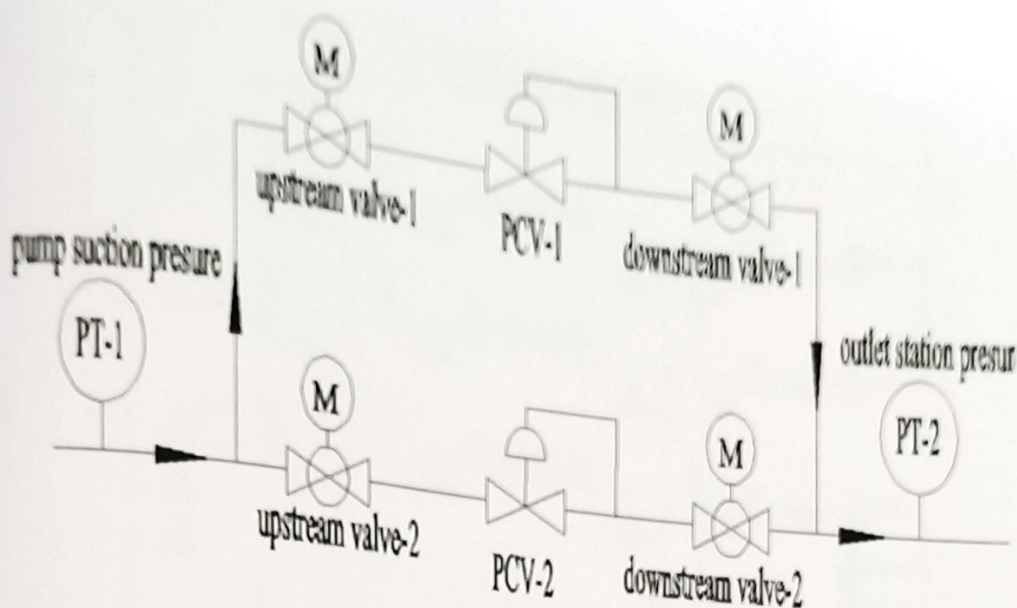
Резервуар түрі	Коэффициенті пайдалану сыйымдылықты
Тік Болат 5-10 тыс. м ³ потонсыз	0.79
Сондай-ақ, понтономмен бірге	0.76
Тік Болат 20 тыс. м ³ потонсыз	0.82
Тік Болат 20-50 тыс. м ³ потонмен	0.79
Сондай - ақ, қалқымалы төбесі бар 100 тыс. м ³	0.83
Көмілген темірбетон 10 тыс. м ³ және жоғары	0.79

Қыздырылған мұнайды тасымалдау кезінде жылу шығынын азайту үшін резервуарлар мен құбырлар үшін жылу оқшаулауын қолдану қажет. Резервуар паркінің технологиялық схемасы 1.4-суретте көрсетілген.



1.4-сурет – Резервуар паркінің технологиялық схемасы.

МӨҚ – да магистральдық сорғы қондырғысының қысым жағындағы қысымды реттейтін өзара резервтік клапандарды, бірінші жұмысшыны, екіншісі-резервті ескеру қажет. Қысымды реттеу клапандары (CRD) NPS кірісі мен шығысындағы қысымды басқару мақсатында қолданылады. Станцияның шығысындағы қысымның белгіленген мәнінен асып кеткен және кіреберістегі қысымның төмендеуі жағдайында КҚК іске қосылады. 1.5-суретте қысымды реттеу түйінінің жалпы технологиялық схемасы берілген.



1.5-сурет – Қысымды реттеу қондырғысының технологиялық схемасы
PT-1, PT-2 – НПС кіріс және шығыс қысым датчиктері; PCV-1, PCV-2 –
қысымды реттеу клапандары

Магистральдық мұнай құбырлары жүйесінде мұнай мөлшерін есепке алуды қамтамасыз ету үшін мұнай мөлшерін өлшеу жүйелері (СИКН) енгізілуі тиіс.

СИКН коммерциялық және операциялық болып бөлінеді.

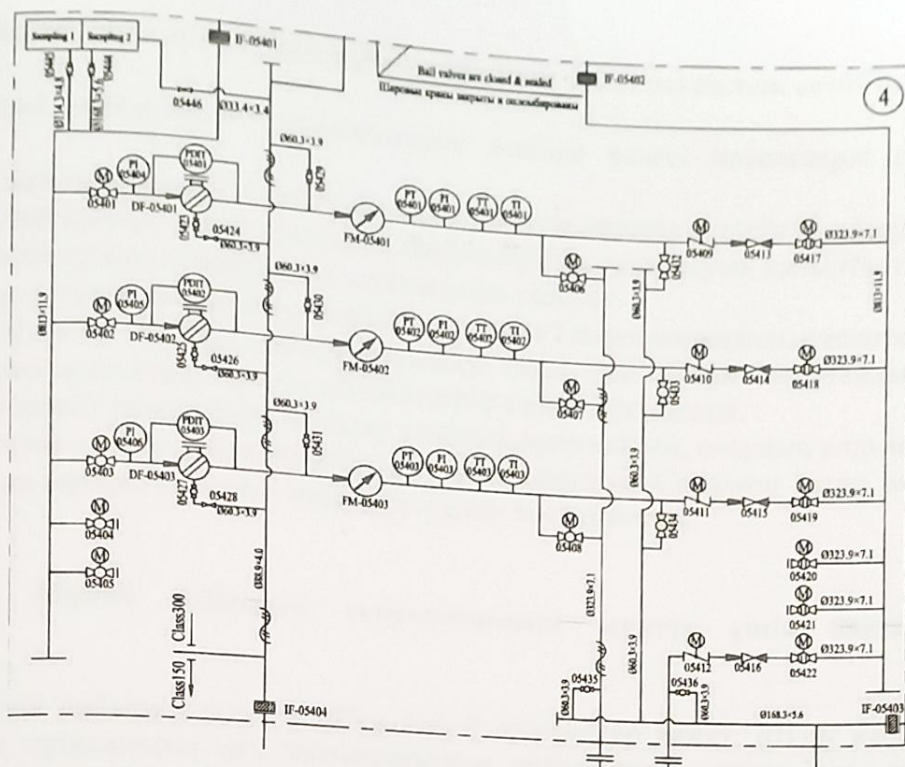
Коммерциялық СИКН есепке алу міндеттерін орындау мақсатында қарастырылған

- МН жүйесіне мұнай қабылдау;
- мұнайды мұнай өңдеу зауыттарына (МӨЗ) немесе сабақтас зауыттарға тапсыру мұнай құбыры компанияларына шығару, мұнай көлігіне құю.

Жедел СИКН технологиялық процестерді уақтылы бақылау мақсатында көзделген және магистральдық мұнай құбырлары арасында жүк ағындарын қайта бөлу жүргізілетін ЖЗҚ-ға орнату ұсынылады.

Мұнайдың физика-химиялық көрсеткіштерін анықтау үшін магистральдық мұнай құбырларының барлық жобаланатын объектілері мұнайды қабылдау-тапсыру немесе босату жөніндегі операцияларды жүргізу жоспарлануда, оның құрамында сынақ зертханалары болуы тиіс.

1.6-суретте SICN жалпы технологиялық схемасы көрсетілген.



1.6-сурет – СИКН-нің жалпы технологиялық схемасы.

2 Магистральдық мұнай құбырларының технологиялық есебі

Мұнай құбырының технологиялық есебіне келесі мәселелерді шешу кіреді:

- мұнай құбырының Экономикалық ең жақсы көрсеткіштерін белгілеу;
- мұнай құбыры магистралінде станциялардың орналасуын қалыптастыру;
- мұнай құбырын пайдалану режимдерін есептеу.

Егер әртүрлі диаметрлер қолданылса, онда Гидромеханикалық есептеулер жүргізіледі, олар Құбыр қабырғаларының саны мен Шири анықтайды. Ең жақсы нұсқа шығындар туралы мәліметтерге сәйкес есептеледі.

Пайдалану режимдерін есептеу станцияларда қысым, олардың алдындағы тіректер және өткізу қабілеттілігін орнатуды қамтиды. Сонымен қатар, мұнай құбырының жұмысын реттеу мәселесін шешу қолданылады.

2.1 Мұнай құбырын технологиялық есептеу үшін бастапқы деректер

Мұнай құбырын есептеу үшін тиісті мәліметтер қажет: өткізу қабілеті; мұнайдың тұтқырлығы мен тығыздығының температураға тәуелділігі; құбыр төсеу тереңдігіндегі топырақ температурасы; құбыр металының механикалық қасиеттері; техникалық-экономикалық көрсеткіштер және трассаның сығылған профилінің сызбасы.

Өткізу қабілеті-құбырдың өлшемін және станциялардағы қысымды белгілейтін негізгі шарт. тик МН сипаттамаларын таңдау кезінде алдын-ала есептеулер үшін 2.1-кестеде келтірілген мәліметтерді ұстану керек.

Кесте 2.1 – МН параметрлерін алдын ала есептеу үшін қажетті деректер

Өнімділік, млн. т/жыл	Диаметрі (сыртқы), мм	Жұмыс қысымы, МПа
0.7 – 1.2	219	8.8 – 8.9
1.1 – 1.8	273	7.4 – 8.3
1.6 – 2.4	325	6.6 – 7.4
2.2 – 3.4	377	5.4 – 6.4
3.2 – 4.4	426	5.4 – 6.4
4.0 – 9.0	530	5.3 – 6.1
7.0 – 13.0	630	5.1 – 5.5
11.0 – 19.0	720	5.6 – 6.1
15.0 – 27.0	820	5.3 – 5.9
23.0 – 50.0	1020	5.3 – 5.9
41.0 – 90.0	1220	5.1 – 5.5

Құбырлардың өлшемдерін түпкілікті таңдау техникалық-экономикалық негіздеменің қорытындысы негізінде таңдалуы керек. Мұнайдың есептік тұтқырлығы мен тығыздығы мұнай құбырындағы бөлінген жылуды ескере

отырып, ағынның үйкелісімен және жерге жылудың қайтарылуымен, құбыр осінің тұндыру тереңдігінде топырақтың ең төменгі температурасымен қабылдануы керек.

2.2 Мұнайдың тығыздығы мен тұтқырлығын есептеу

Мұнай тығыздығы. Температураға байланысты тығыздықтың өзгеруі. Менделеев формуласына сәйкес сипатталады:

$$\rho_T = \frac{\rho_{293}}{1 + \beta_p(T - 293)} \quad (2.1)$$

мұндағы ρ_T , ρ_{293} - T және 293K температурадағы мұнайдың тығыздығы;
 β_p -көлемдік кеңею коэффициенті.

Кесте 2.2 – Көлемді кеңейту коэффициенті

Тығыздығы, кг/м ³	Көлемдік коэффициенті кеңейту $\beta_p, 1/\text{K}$	Тығыздық, кг/м ³	Көлемдік коэффициенті кеңейту $\beta_p, 1/\text{K}$
700-709	0.001263	890-899	0.000722
710-719	0.001227	900-909	0.000699
720-729	0.001193	910-919	0.000677
730-739	0.001160	920-929	0.000656
740-749	0.001128	930-939	0.000635
750-759	0.001098	940-949	0.000615
760-769	0.001068	950-959	0.000594
770-779	0.001039	960-969	0.000574
780-789	0.001010	970-979	0.000555
790-798	0.000981	980-989	0.000536
800-809	0.000952	990-999	0.000518
810-819	0.000924	1000-1009	0.000499
820-829	0.000896	1010-1019	0.000482
830-839	0.000868	1020-1029	0.000464
840-849	0.000841	1030-1039	0.000447
850-859	0.000818	1040-1049	0.000431
860-869	0.000793	1050-1059	0.000414
870-879	0.000769	1060-1069	0.000398
880-889	0.000746	1070-1079	0.000382

Мұнай қоспасының тығыздығы формула бойынша әр мұнай сортының тығыздығын біле отырып, аддитивтілік ережесі бойынша анықталады:

$$\rho_{\text{сум}} = \sum \rho_i * x_i \quad (2.2)$$

мұндағы x_i - қоспаның i -ші компонентінің көлемдік үлесі;

ρ_i - қоспаның i -ші компонентінің тығыздығы.

Мұнайдың тұтқырлығы. Гидравликалық есептеулерді орындау кезінде

жұмыс температурасының өзгеруінің рұқсат етілген аймағы үшін алынған кинематикалық тұтқырлықтың зертханалық деректерін қабылдау ұсынылады. Егер зертханалық деректер жеткіліксіз болса, сіз Рейнольдс-Филоновка тәуелділікке жүгіне аласыз:

$$\gamma_T = \gamma_1 e^{[-u(T-T_1)]} \quad (2.3)$$

мұндағы γ_T , γ_1 - басқарылатын T_1 температурасындағы кинематикалық тұтқырлық және T (m^2/s) анықтау температурасы;
 u - эксперименттік деректер бойынша орнатылған вискограмманың тік коэффициенті, $1/K$.

" u " анықтау үшін T_1 және T_2 температурасында γ_1 және γ_2 екі тұтқырлық нүктесі болуы керек:

$$u = \frac{\ln(\frac{\gamma_1}{\gamma_2})}{T_2 - T_1} \quad (2.4)$$

Бүкіл жұмыс температурасының диапазонында тұтқырлықты анықтаудың жеткілікті дәлдігін қамтамасыз ету үшін T_1 және T_2 нүктелерін жұмыс кеңістігінің шекарасына жақын таңдау керек.

2.3 Құбырдың гидравликалық есебі

Құбырдағы мұнайдың тұрақты ағымы мына формула бойынша есептеледі:

$$\frac{dp}{\rho} + \lambda \frac{dx}{D} \frac{\omega^2}{2} + d \frac{\omega^2}{2} + g dz = 0 \quad (2.5)$$

мұндағы p - қысым;

ρ - сұйықтықтың тығыздығы;

λ - гидравликалық кедергі коэффициенті;

x - ұзындығы;

D - құбыр диаметрі;

ω - сұйықтықтың орташа жылдамдығы;

g - ауырлық күшінің үдеуі;

z - деңгей биіктігі.

dp/ρ шамасы масса бірлігіне жатқызылған dx учаскесіндегі сұйықтықтың қозғалу жұмысын анықтайды. Бұл жұмыс үйкеліс күштерін жеңу үшін қолданылады $[\lambda(dx/D)(\omega^2/2)]$, сұйықтықтың кинематикалық энергиясын өзгерту $(d\omega^2/2)$ және сұйықтықты dz биіктігіне көтеру.

$\rho = \text{idem}$ (тамшылатып сұйықтық) екенін және бұл жағдайда құбырдың диаметрі өзгермейтінін ескере отырып, $d\omega^2/2 = 0$, интеграциядан кейін біз аламыз:

$$\frac{P_1}{\rho} - \frac{P_2}{\rho} = \lambda \frac{L}{D} \frac{\omega^2}{2} + g\Delta z \quad (2.6)$$

мұндағы: L – құбырдың ұзындығы;

$\Delta z = z_2 - z_1$ – құбырдың соңы мен басының геодезиялық биіктіктерінің айырмашылығы. (2.1) формуласын g -ге бөлейік:

$$\frac{P_1}{\rho g} - \frac{P_2}{\rho g} = \lambda \frac{L}{D} \frac{\omega^2}{2g} + \Delta z$$

Ауыстыратын болсақ:

$$\frac{P_1}{\rho} - \frac{P_2}{\rho} = H_1 - H_2 = H$$

Аламыз:

$$H = \lambda \frac{L}{D} \frac{\omega^2}{2g} + \Delta z$$

немесе

$$H = h_\zeta + \Delta z$$

Берілген теңдіктің мәні: құбырдың басы мен соңындағы бас айырмашылығы. H – үйкеліс қысымының жоғалуынан қосылатын жалпы бас жоғалту

$$h_\zeta = \lambda \frac{L}{D} \frac{\omega^2}{2g}$$

(Дарси-Вейсбах формуласы) және шаршының геодезиялық биіктік айырмашылықтары Δz .

Гидравликалық кедергі көрсеткіші λ -Рейнольдс санының $Re = \omega D / \nu = \frac{4Q}{\pi D \nu}$, функциясы және салыстырмалы кедір-бұдыр $\varepsilon = 2e/D$; e – эквивалентті абсолютті Құбыр қабырғаларының кедір-бұдырлығы, құбырдың ішкі бетінің күйінің гидравликалық кедергіге әсерін анықтайды. ν – айдалатын мұнайдың кинематикалық тұтқырлығы; Q – көлемдік ағын.

Мұнайдың әртүрлі қозғалыстарындағы λ мәндері 2.3-кестеде келтірілген.

Кесте 2.3 – Ламинарлы және турбулентті токтардағы λ мәндері

Сұйықтық қозғалысы режимі		Re мәні	$\lambda = f(Re, \epsilon)$
Ламинарлы ток		$Re < 2000$	$\lambda = 64/Re$
Турбулентті ағымы	Тегіс үйкеліс облысы	$3000 < Re < Re_1 = 59.5/(e^{8/7})$	$1/\sqrt{\lambda} = (2lg*Re\sqrt{\lambda})/2.51$ Re<10^5 кезінде
	Аралас үйкеліс облысы	$59.5/(e^{8/7} < Re < Re_2)$	$\lambda = 0.3164/(Re^{0.25})$
	Квадраттық үйкеліс заңы облысы	$Re > Re_2 = (665 - 765lg\epsilon)/\epsilon$	$1/\sqrt{\lambda} = -1.8lg*[(6.8/Re) + (\epsilon/7.4)^{1.11}]$ $\lambda = 1/(1.74 - 2lg\epsilon)$

λ -дің Re-ге тәуелділігі жалпы түр формуласы
 $\lambda = \frac{A}{Re^m}$, бойынша

мұндағы A және m тұрақты шамалар (m режим көрсеткіші сұйықтық қозғалысы деп аталады). Лейбензонның жалпыланған формуласын алайық:

$$h_{\tau} = \beta \frac{Q^{2-m} v^m}{D^{5-m}} L \quad (2.7)$$

мұнда

$$\beta = \frac{8A}{4^m \pi^{2-m} g} L \quad (2.8)$$

Лейбензон формуласы көбінесе h_{τ} және Q тәуелділікті нақты түрде көрсету қажет болған жағдайда қолданылады

m, A және β шамаларының мәндері 2.4-кестеде келтірілген

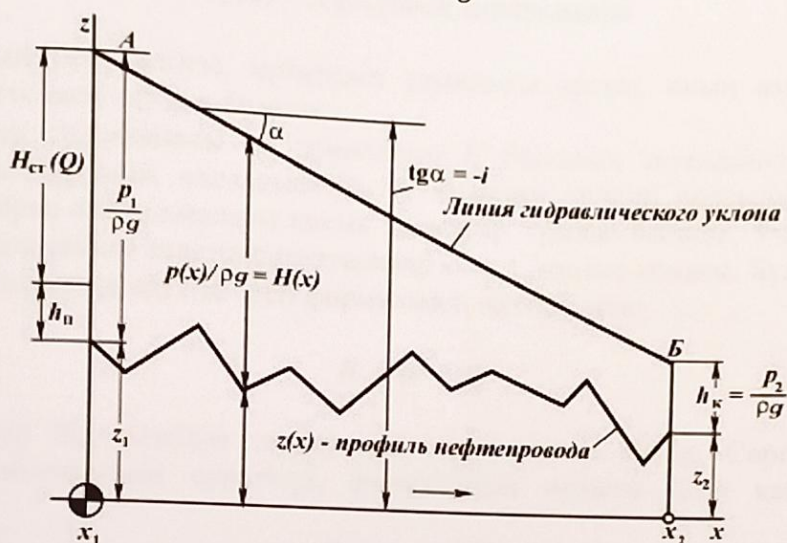
Кесте 2.4 – Сұйықтықтың әртүрлі қозғалыс режимдеріндегі m, A және β мәндері

Сұйықтық қозғалысы режимі		A	m	β
Ламинарлы ток		64	1	4.15
Турбулентті ағымы	Тегіс үйкеліс облысы	0.3164	0.25	0.0247
	Аралас үйкеліс облысы	$10^{(0.127lg*(e/d) - 0.627)}$	0.123	0.0802A
	Квадраттық үйкеліс заңы облысы	λ	0	0.0826 λ

2.4 Гидравликалық көлбеу

H максималды басының құбыр осі бойындағы x координатасына тәуелділігін білдіретін АБ сызығы, $H(x) = z(x) + p(x)/\rho g$ нүктесі гидравликалық көлбеу сызық деп аталады және 2.1-суретте көрсетілген. Бұрыштың тангенсінің абсолютті мәні оның көлденеңінен α көлбеуі гидравликалық көлбеу деп аталады:

$$i = -\frac{dH}{dx} = |\operatorname{tg}\alpha| = \lambda \frac{L}{D} \frac{\omega^2}{2g}; i = i(Q),$$

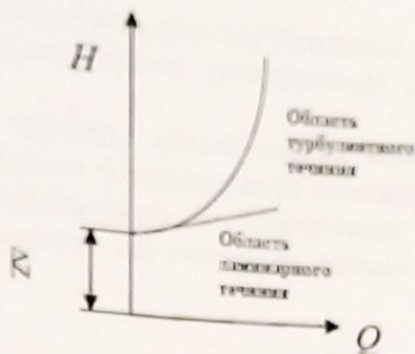


2.1-сурет – Гидравликалық көлбеуді анықтауға арналған схема

Гидравликалық көлбеу – бұл сипаттайтын өлшемсіз шама талданатын мұнай құбырындағы қысымның төмендеу жылдамдығы. Басқаша айтқанда, гидравликалық көлбеудің мәні үйкеліс қысымын жоғалту болып табылады, құбыр ұзындығының бірлігіне келеді. Бұл шығындарға байланысты айдау Q , ал Q -ден үлкен болса, қысым соғұрлым тез төмендейді, соғұрлым гидравликалық көлбеу мәні i болады.

2.5 Құбыр, сорғы және сорғы станциясының сипаттамалары

Құбырдың сипаттамасы-қысымның жоғалуының ағынға тәуелділігі. Құбырдың сипаттамасы 2.2-суретте көрсетілген.



2.2-сурет – Құбырдың сипаттамасы

Мұнайдың тұтқырлығы, құбырдың ұзындығы артып, оның азаюымен диаметрі сипаттамасы салқын болады.

Сорғының сипаттамасы ол дамытатын H басының тәуелділігі болып табылады. Магистральда қолданылатын орталықтан тепкіш сорғылар үшін мұнай құбырлары, сипаттамалары қисық сызықтар түрінде болады. Учаске ең жоғары мәндерге сәйкес келетін сипаттамалар к. п. д., жұмыс аймағы. Бұл аймақ үшін H -тің Q -ға тәуелділігі өте сәтті формуламен жуықталған:

$$H = a - bQ^2 \quad (2.9)$$

Бірақ егер бір мезгілде теңдеулерді шешу қажет болса, Сорғы мен құбырдың таңбаларының суреттері, формуланың орнына (2.2) қабылдау орынды:

$$H = a - bQ^{2-m} \quad (2.10)$$

(2.9) және (2.10) формулаларда a және b – сипаттаманың жұмыс аймағында алынған нүктелердің координаттарын зерттеу арқылы анықталған тұрақтылар. (2.2) және (2.5) өрнектерде $a - Q = 0$ кезіндегі бас; b коэффициенті сипаттаманың тіктігін көрсетеді. (2.10) формуласында m мәні мұнай құбырындағы қысымның жоғалуы Лейбензон формуласымен бірдей.

Мұнай тығыздығы Q - H сипаттамасына әсер етпейді: тасымалданатын сұйықтықтың тығыздығы өзгерген кезде сорғының қысымы өзгермейді.

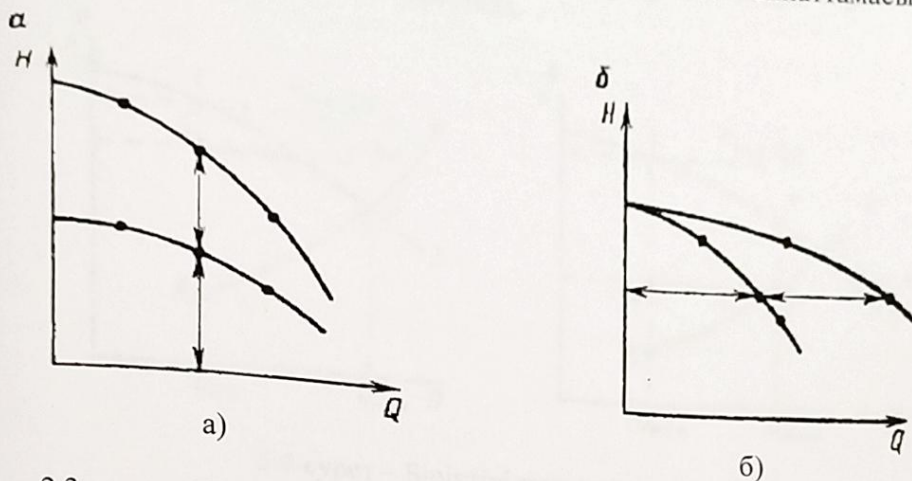
Сорғы дөңгелегінің диаметрінің D және айналу жиілігінің n өзгеруі өнімділікті өзгертеді. Бұл белгілі:

$$D_*/D = Q_*/Q; \quad D_*/D = \sqrt{H_*/H}$$

$$n_*/n = Q_*/Q; \quad n_*/n = \sqrt{H_*/H}$$

Жұлдызшамен жаңа өзгертілген шарттар белгіленді. Дөңгелектерді қайрау кезінде ($D < D_0$) немесе айналу жиілігі төмендегенде ($n < n_0$) $Q-H$ өнімділігі төмендейді.

Өзара байланысқан сорғылар жиынтығының қорытынды сипаттамасы сорғылардың сипаттамаларының қосындысымен алынады. Сериялық қосылыс кезінде бастар бірдей шығындармен, ал параллельде – бірдей бастармен шығындар қосылады. 2.3-суретте екі сорғының қорытынды сипаттамасының графигі көрсетілген.



2.3-сурет – Тізбектей (а) және параллель (б) қосылған екі сорғының қорытынды сипаттамасының графигі

Жалпы сипаттама теңдеуі (2.2) және (2.10) сияқты. Сорғыларды сериялық қосу кезінде:

$$\begin{aligned} a &= \sum a_i \\ b &= \sum b_i \end{aligned}$$

Параллель қосылған кезде k сипаттамалары бар бірдей сорғылар:

$$H = a - b_1 Q^{2-m}$$

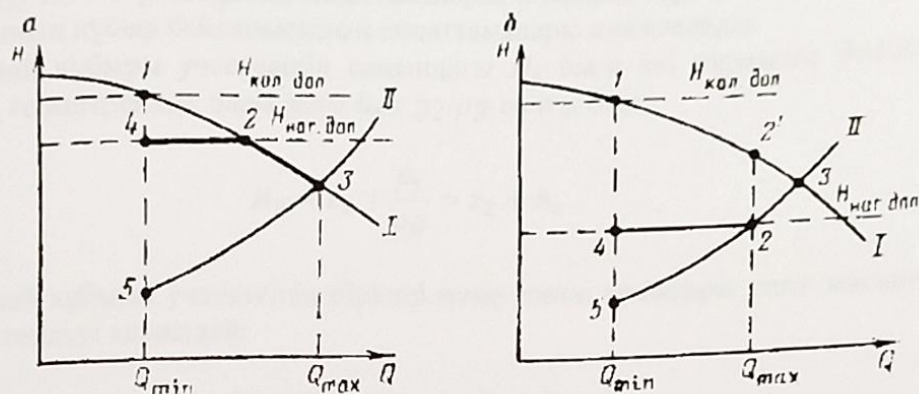
жиынтық сипаттама келесідей болады:

$$H = a - b_1 \left(\frac{Q}{k} \right)^{2-m}$$

Сорғы станциясында жұмыс істейтін сорғылардың қорытынды сипаттамасы сорғы станциясының сипаттамасы деп аталады.

НПС-тің толық сипаттамасы және НПС-ке іргелес құбырдың сипаттамасы 2.4-суретте көрсетілген. I және II қисықтар біріктірілген сипаттама жасайды.

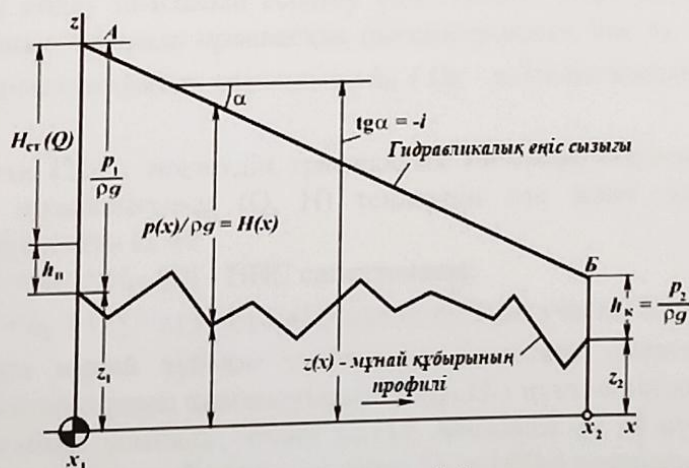
жасайды. Осы сипаттамалардың қиылысу нүктесінің координаттары НПС жүйесінің өткізу қабілетін көрсетеді – қысым реттегіштері блогының шығысындағы аралықтар мен қысым. Біріктірілген сипаттамада көлденен сызықтар сызылады, олар $H_{\text{маг. доп.}}$ -ші магистраль үшін және $H_{\text{кол. доп.}}$ -коллектор үшін қысым шектерін көрсетеді. Бұл сызықтардың орналасу ординаты беріктік жағдайынан рұқсат етілген қысыммен келісіледі. Коллектор үшін қысымды шектеу сызығымен НПС сипаттамасының қиылысу орны станция жұмыс істей алатын ең аз өткізу қабілеттілігін көрсетеді.



2.4-сурет – Біріктірілген сипаттамалар

2.6 Қысым балансының тендеулері. Мұнай айдау станцияларының санын анықтау

Бастапқы қысым H_1 , НПС айдау сызығында 2.5-суретте көрсетілген үш элементтен тұрады



2.5 сурет – Мұнай құбыры учаскесінің гидравликалық есебіне

$$H_1 = z_1 + \frac{p_1}{\rho g} = z_1 + h_n + H_{ст}(Q),$$

мұндағы h_n - Станция алдындағы тірек (станцияның сору желісіндегі қысым);

$H_{ст}(Q)$ - станцияның дифференциалды қысымы (яғни станция сорғыларының қысымы).

Екіншісі мұнай құбырының Q өткізу қабілеттілігіне байланысты және негізінен $(Q-H)$ - сорғылардың сипаттамалары, олардың түрі мен саны, сондай-ақ станцияның құбыр байланысының сипаттамалары анықталады.

Мұнай құбыры учаскесінің соңындағы H_2 басы екі құрамдас бөліктен тұрады: z_2 геометриялық басы және $h_k = p_2/\rho g$ соңғы басы

$$H_2 = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} = z_2 + h_k$$

Мұнай құбыры учаскесінің бірінші және соңғы кималары үшін жасалған Бернулли теңдеуі келесідей:

$$H_1 - H_2 = h_{1-2} = h_t + h_m,$$

$$[z_1 + h_n + H_{ст}(Q)] - [z_2 + h_k] = 1,02\lambda \frac{L_{1-2}\omega^2}{d2g},$$

(жергілікті қарсылықтарды ескере отырып)

$$\text{немесе} \quad h_n + H_{ст}(Q) = h_k + (z_2 - z_1) + h_{1-2}(Q), \quad (2.11)$$

Бұл теңдік мұнай құбыры учаскесі үшін қысым балансының теңдеуі деп аталады. Ол Q айдау шығынын есептеу үшін қажет. Теңдеудің сол жағында мұнай құбырының басында орналасқан пьезометриялық Бас $h_n + H_{ст}(Q)$, оң жағында екі қарсы қысымның қосындысы $h_k + (z_2 - z_1)$ және қысымның жоғалуы $h_{1-2}(Q)$.

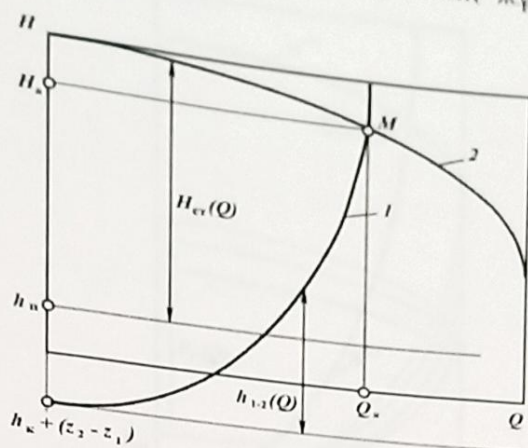
2.6-суретте (211.) теңдеудің графикалық интерпретациясы көрсетілген. Айнымалылар жазықтығында (Q, H) теңдеудің сол және оң бөліктерінің графиктері бейнеленген (2.4):

Қисық $H = h_n + H_{ст}(Q)$ - НПС сипаттамасы;

Қисық $H = h_k + (z_2 - z_1) + h_{1-2}(Q)$ мұнай құбыры учаскесінің сипаттамасы.

НПС және мұнай құбыры учаскесінің бірлескен сипаттамалары деп аталатын осы қисықтардың қиылысуының $M(Q^*, H^*)$ нүктесінің координаттары графикалық шешімді ұсынады теңдеу (2.11). Абсцисса Q^* M нүктелері (2.11) теңдеуінің шешімі болып табылады, ал оның $H^* = H(Q^*)$ ординаты станцияның

шығуына қысым жасайды. М нүктесі құбыр жүйесінің жұмыс нүктесі деп аталады.



2.6-сурет – 1 мұнай құбыры учаскесінің және НПС-ның біріктірілген $Q-H$ сипаттамалары

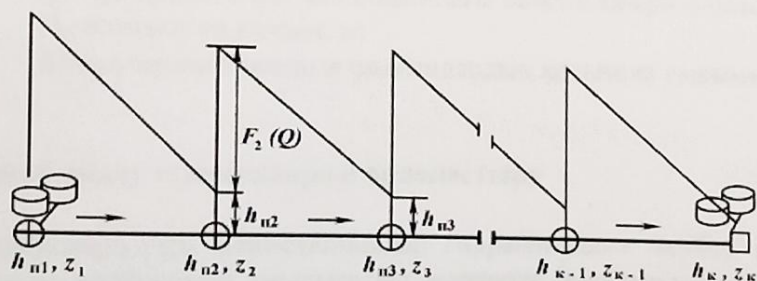
Аралық құбырлары бар мұнай құбыры үшін бүкіл құбырдың қысым балансының теңдеуі келесідей:

$$[h_{n1} + z_1 + F_1(Q) + F_2(Q) + \dots + F_n(Q)] - [h_k + z_k] = \sum_{j=1}^n h_{j-(j+1)}(Q),$$

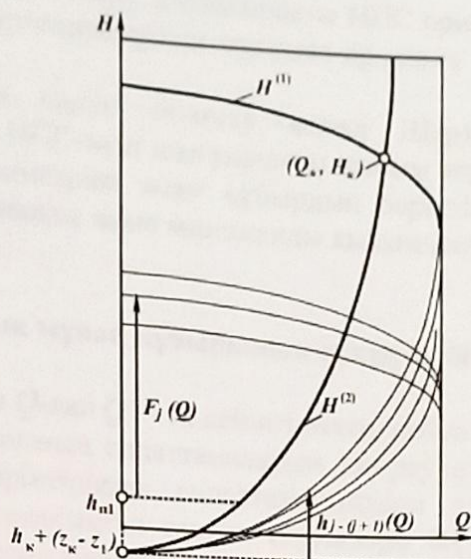
немесе

$$h_{n1} \sum_{j=1}^n F_j(Q) = h_k + (z_k - z_1) + \sum_{j=1}^n h_{j-(j+1)}(Q),$$

Теңдеу тек бір белгісіз мәнді қамтиды-сорғы ағынының шығыны. Оның геометриялық шешімі барлық станциялар мен құбырлардың жалпы $Q-H$ сипаттамалары деп аталатын екі қисықтың қиылысу нүктесінің абсциссасын табуды білдіреді. 2.7 және 2.8-суреттерде сорғыдан сорғыға дейінгі схема бойынша аралық НПС бар мұнай құбырының схемасы және тиісінше НПС мен мұнай құбырының біріктірілген $Q-H$ сипаттамалары көрсетілген.



2.7 сурет – Аралық НПС бар мұнай құбырының схемасы



2.8 сурет – НПС және мұнай құбырының біріктірілген Q-H сипаттамалары

(Q^*, H^*) $H^{(1)}$ және $H^{(2)}$ сипаттамаларының қиылысу нүктесі құбырдың жұмыс нүктесі деп аталады; оның абсцисса айдау шығынын қамтамасыз етеді. и.

Кез-келген сорғы станциясының жұмыс режимін өзгерту басқа станциялар мен құбырлардың жұмыс режимін бұзады. Құбыр мен сорғы станцияларының жұмысын әрқашан бірлескен деп санау керек, яғни құбыр мен НПС бір гидравликалық жүйені құрайды.

Жоғарыда келтірілген формулалардан магистральдық мұнай құбырының мұнай айдау станцияларының санын есептеу формуласы шығады:

$$n = \frac{iL + \Delta z}{H_p - \Delta h} \quad (2.12)$$

мұндағы: i - гидравликалық еңіс, м / км;

L - құбырдың ұзындығы, км;

Δz - құбырдың басы мен соңындағы биіктік айырмашылығы, м;

H_p - есептелген қысым, м;

Δh - коммуникациядағы шығындардың қосымша қысымы, м;

2.7 Мұнай айдау станцияларын орналастыру

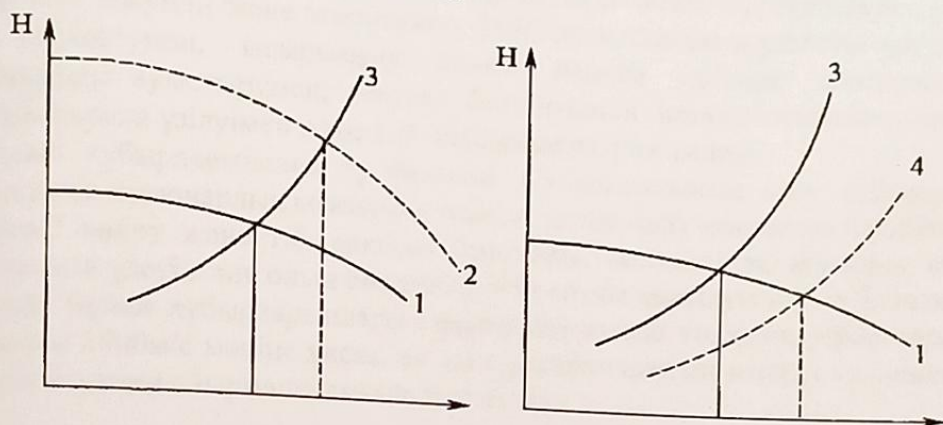
НПС орналасуының мәні-станциялар гидравликалық көлбеу сызықтар құбыр жолының профилімен қиылысатын жерлерде орналасуы керек. Сорғы жиынтығына әр түрлі диаметрлі бірнеше жұмыс дөңгелектері кіретіндіктен, бірдей орнатылған өткізу қабілеттілігінде әр түрлі бастары бар НПС жұмыс істеу

мүмкіндігі бар. Қысымның өзгеру ықтималдығы НПС орналасқан жерді таңдау еркіндігін береді. Олар станциялардың ықтимал орналасу учаскелерінде болуы керек.

Бұл аймақтардың шегін анықтау келесі Шарттың орындалуымен байланысты: кез-келген НПС-ның шығуындағы қысым жұмыс доңгелегінің ең үлкен және ең кіші диаметріне және құбырдың беріктік жағдайына сәйкес келетін НПС-ның максималды және минималды қысымынан аспауы керек.

2.8 Магистральдық мұнай құбырының өткізу қабілетін арттыру

Мұнай құбырының Q -дан Q^* - ға дейінгі өткізу қабілетін арттыруға құбыр немесе сорғы станцияларының сипаттамаларын өзгерту арқылы қол жеткізуге болады, онда $Q-H$ біріктірілген сипаттамасындағы жұмыс нүктесі оңға жылжиды. 2.9-суретте орталықтан тепкіш сорғылары бар мұнай құбырының өткізу қабілеттілігінің артуы көрсетілген.



2.9-сурет – Орталықтан тепкіш сорғылары бар мұнай құбырының өткізу қабілетін арттыру (а және б)

мұндағы a -станциялар саны екі еселенгеннен кейін;
 b -ілмектерді төсегеннен кейін;
 1 -сорғы станциясының сипаттамасы;
 2 -станциялар саны екі еселенгеннен кейін сорғы станцияларының сипаттамасы;

3 -құбырдың сипаттамасы;

4 -ілмекті төсегеннен кейін құбырдың сипаттамасы.

Бұл жағдайда станциялар жасайтын Нст қысымы беріктік жағдайының максимумынан жоғары болуы мүмкін.

Нст қысымын келесі жолдармен төмендетуге болады:

-қолданыстағы Станциялар арасындағы аралықтарда қосымша станциялар салу (станциялар санын екі есе көбейту). Бұл жағдайда қысымның төмендеуі станциялар қызмет ететін аралықтардың ұзындығының азаюына байланысты;

-қосымша ілмектерді төсеу арқылы.

2.9 Белгіленбеген режимдер кезіндегі мұнай құбырларының технологиялық есептеулері

Құбырлар арқылы мұнайды тасымалдаудың белгіленбеген (стационарлық емес) режимдері-бұл мұнай ағынының сипаттамалары тек қимадан қимаға ғана емес, сонымен қатар уақытқа байланысты әр қимада өзгеретін процестер. Анықталмаған ағынмен сұйықтықтың қысымы, жылдамдығы, ағыны және температурасы сияқты параметрлер қиманың координатасы мен уақытының функциялары болып табылады

$$t: p = p(x, t), u = u(x, t), Q = Q(x, t), T = T(x, t).$$

Мұнай құбырларындағы мұнай ағынының белгіленбеген режимдері мұнай құбырын іске қосумен және тоқтатумен, НПС-да қосымша агрегатты қосумен немесе ажыратумен, ысырманың толық немесе ішінара ашылуымен, резервуарларды ауыстырумен, төгудің басталуымен немесе тоқтатылуымен, мұнай құбырының үзілуімен және т. б. байланысты. режимдері.

Мұнай құбырларындағы су балғасы. Су соққысының мәні құбырдағы сұйықтықтың стационарлық қозғалысы клапанды тез жабу немесе ашу, сорғыны қосу немесе өшіру және т.б. арқылы бұзылады, нәтижесінде ағынның күрт тежелуі немесе үдеуі және оның бөлшектерінің соққы қысылуы пайда болады.

Болат мұнай құбырларындағы гидроокшаулағыш толқындардың таралу жылдамдығы 1000м/с мәніне ұқсас, ал 1м/с жылдамдықтың өзгеруі шамамен 9 атмосфераға қысым айырмашылығын тудырады.

3 Мұнай құбырының математикалық моделін әзірлеу

3.1 Бөлінген параметрлері бар объектілер динамикасының негіздері

Мұнай құбырын тиімді басқару үшін оның статикалық және динамикалық қасиеттерінің барабар сипаттамасы болуы керек. Статика мен екі жағдайда объектінің күйін анықтайтын шамалардың екі тобы бөлінеді: кіріс уақыт бойынша өзгереді; Шығыс – объектідегі физикалық-химиялық реакциялармен, оның құрылымымен және жұмыс істеу режимімен анықталады, сонымен қатар кіріс әсеріне байланысты.

Белгіленген режимдердегі кіріс және шығыс шамалары арасындағы тәуелділіктер статикалық сипаттамалар тобын құрайды; белгіленбеген (өтпелі) сипаттамаларына жатады.

Өндірістік объектілердің динамикалық сипаттамалары ретінде: 1) дифференциалдық теңдеулер; 2) беру функциялары; 3) амплитудалық-фазалық жиілік сипаттамалары; 4) өтпелі функциялар; 5) өтпелі импульстік функциялар (салмақтар) қаралады. Әрбір нақты жағдайда осы динамикалық сипаттамалардың бірін қолдану тек есептеулердің жеңілдігі мен айқындылығына, сондай-ақ тиісті Есептеу техникасының болуына байланысты.

Мұнай құбыры таратылған параметрлері бар объект болып табылады. Мұндай жүйелерде кіріс әсерлері көбінесе объектінің шекарасындағы кеңістіктік координаттар бойымен бөлінеді, ал шығыс шамалары шығу координаттарына, яғни объектінің ұзындығына, өлшеу құрылғысының сезімтал элементінің орналасуына, дайын өнімді таңдау нүктесінің орналасуына және т.б. байланысты, сондықтан таратылған параметрлері бар объектілердің статикалық және динамикалық сипаттамалары кеңістіктік координаттардың функциялары болып табылады.

Бөлінген параметрлері бар объектілерде еркіндік дәрежелерінің шексіз саны бар. Бұл дегеніміз, мұндай динамикалық жүйелердің күйін сипаттау үшін объектінің барлық нүктелеріндегі кіріс және шығыс шамаларының мәндерін, соның ішінде оны шектейтін бетті көрсету қажет. Бұл тұрғыда үлестірілген параметрлері бар объектілер шоғырланған параметрлері бар объектілерден айтарлықтай ерекшеленеді, өйткені соңғысының күйі белгілі бір нүктеде процесті сипаттайтын шамалардың тапсырмасымен анықталады.

3.2 Мұнай құбырының математикалық моделі

Ағын параметрлерін байланыстыратын екі дифференциалдық теңдеулер жүйесін қарастырыңыз ρ , P және v

$$\begin{cases} \frac{d\rho(x,\tau)}{d\tau} + \rho_0 \left(\frac{dv(x,\tau)}{d\tau} \right) = 0 \\ \frac{dP(x,\tau)}{d\tau} + \rho_0 \left(\frac{dv(x,\tau)}{d\tau} \right) \xi v(x,\tau) = 0 \end{cases} \quad (3.1)$$

теңдеулер жүйесін жабу үшін газдың адиабаталық қысу теңдеуін қолданамыз

$$\left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^k = \frac{P}{P_0}$$

мұнда k – адиабата көрсеткіші.

Теңдеуді саралағаннан кейін τ

$$\frac{d\rho}{d\tau} + \frac{1}{a^2} \left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^{k-1} \frac{dP}{d\tau} = 0 \quad (3.2)$$

мұнда $a = \sqrt{\frac{kP_0}{\rho_0}}$ – мұнайдағы дыбыс жылдамдығы

$$a \left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^{k-1} \approx 1$$

$$\rho_0 \approx \rho \text{ және } k - 1 < 1$$

Өрнекті ескере отырып (3.2) ақыры теңдеулерден аламыз (3.1)

$$\begin{aligned} \frac{1}{a^2} \frac{dP(x,\tau)}{d\tau} + \rho_0 \frac{dv(x,\tau)}{dx} &= 0 \\ \frac{dP(x,\tau)}{dx} + \rho_0 \frac{dv(x,\tau)}{d\tau} + \xi v(x,\tau) &= 0 \end{aligned} \quad (3.3)$$

Нөлдік бастапқы кезінде Лаплас теңдеулер жүйесін түрлендіру шарттары

$$\begin{aligned} \frac{p}{a^2} P(x,p) + \frac{dv(x,\tau)}{dx} &= 0, \\ \frac{dP(x,\tau)}{dx} + (\rho_0 p + \xi) v(x,p) &= 0, \end{aligned}$$

Қайдан

$$\frac{d^2 P(x,p)}{dx^2} - \frac{p}{a^2} \left(p + \frac{\xi}{\rho_0} \right) P(x,p) = 0, \quad (3.4)$$

$$\frac{d^2 v(x,p)}{dx^2} - \frac{p}{a^2} \left(p + \frac{\xi}{\rho_0} \right) v(x,p) = 0, \quad (3.5)$$

(3.4) теңдеудің шешімі болып табылады

немесе
$$P(x,p) = k'_1 e^{nx} + k'_2 e^{-nx},$$

$$P(x,p) = k_1 ch \, nx + k_2 sh \, nx, \quad (3.6)$$

Шешім формасын (3.6) және теңдеу үшін (3.5) қолдану

$$v(x,p) = k_3 ch \, nx + k_4 sh \, nx, \quad (3.7)$$

Егер сайттың ұштарында ағын жылдамдығы берілсе $v(0, r)$ $v(L, r)$ қысымның өзгеру сипаттамасын жуықтайтын модельді шығаруға болады

$$P(x,p) = \left(\frac{\rho_0 n ch \, nL ch \, nx}{p sh \, nL} - \frac{\rho_0 p + \xi}{n} sh \, nx \right) \vartheta_0(0,p) - \frac{\rho_0 n ch \, nx}{p sh \, nL} \vartheta_0(0,p),$$

Біз бұл модельді беріліс функциялары түрінде ұсынамыз

$$W_1(x,p) v(0,p) + W_2(x,p) v(L,p)$$

мұнда

$$W_1(x,p) = \left(\frac{\rho_0 n ch \, nL ch \, nx}{p sh \, nL} - \frac{\rho_0 p + \xi}{n} sh \, nx \right),$$

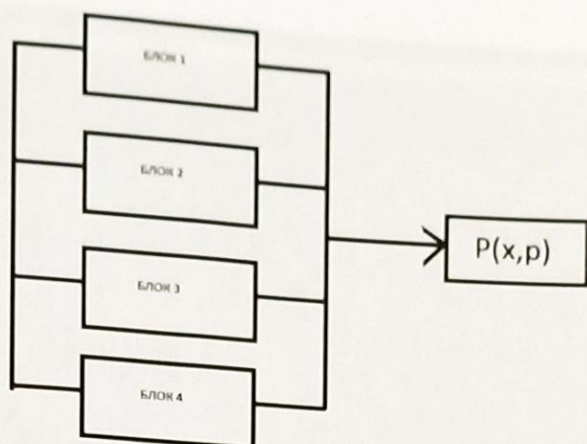
$$W_2(x,p) = \left(\frac{\rho_0 n ch \, nx}{p sh \, nL} \right),$$

мұнда

$$\xi = \frac{\Delta P}{v}$$

3.3 MATLAB қосымшалар пакетінде мұнай құбырының математикалық моделін енгізу

Іске асырудың қарапайымдылығы үшін математикалық модель 3.1-суретте блоктар түрінде ұсынылған.



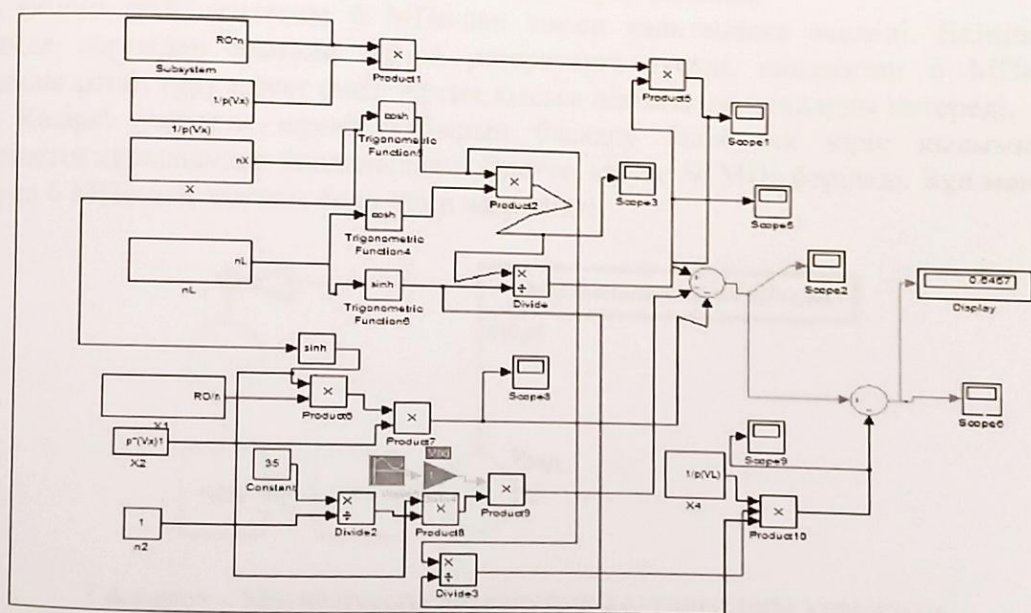
3.1-сурет – Математикалық модельді визуалды жүзеге асыру

мұнда Блок 1 = $\frac{\rho_0^n \operatorname{ch} nL \operatorname{ch} nx}{p \operatorname{sh} nL}$

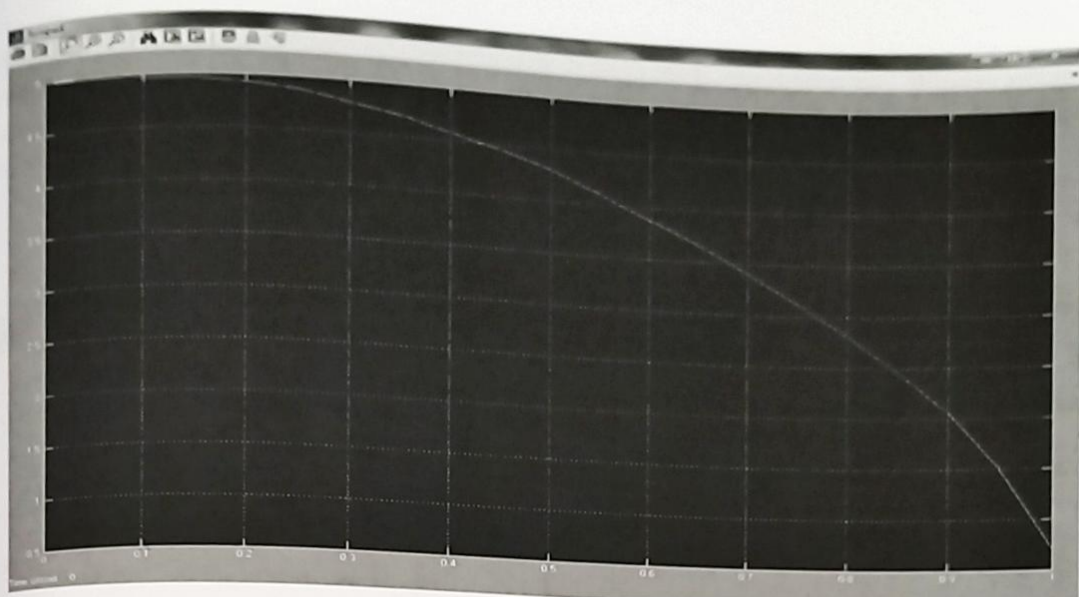
Блок 2 = $\frac{\rho_0 \rho}{n} \operatorname{sh} nx$

Блок 3 = $\frac{\xi}{n} \operatorname{sh} nx$

Блок 4 = $\frac{\rho_0^n \operatorname{ch} nx}{p \operatorname{sh} nL}$.



3.2-сурет – MATLAB-та математикалық модельді енгізу



3.3-сурет – Математикалық модельдің шығу сипаттамасы

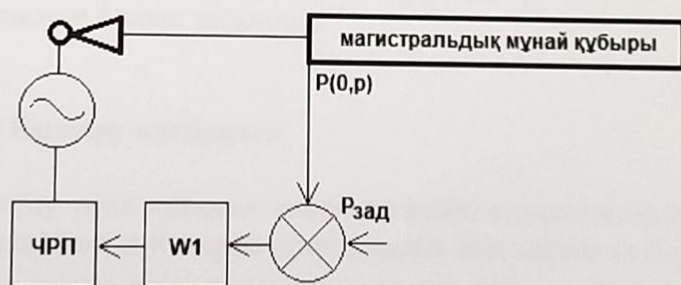
Магистральдық мұнай құбыры екі режимде реттеледі:

1) сорғыдан сорғыға дейін $P_L \gg 6$ атм;

2) сорғыдан резервуарға дейін $P_L \gg 1$ атм.

Бұл сорғыдан сорғыға жұмыс істегенде, кірер алдында екінші НПС қысымы 6 МПа-дан төмен кавитацияға әкеледі. Екінші режимде сорғыдан шыққан мұнай резервуарға түседі, сондықтан 6 МПа қысымды ұстап тұру қажет емес. Артық қысым негізсіз шығындарды көтереді.

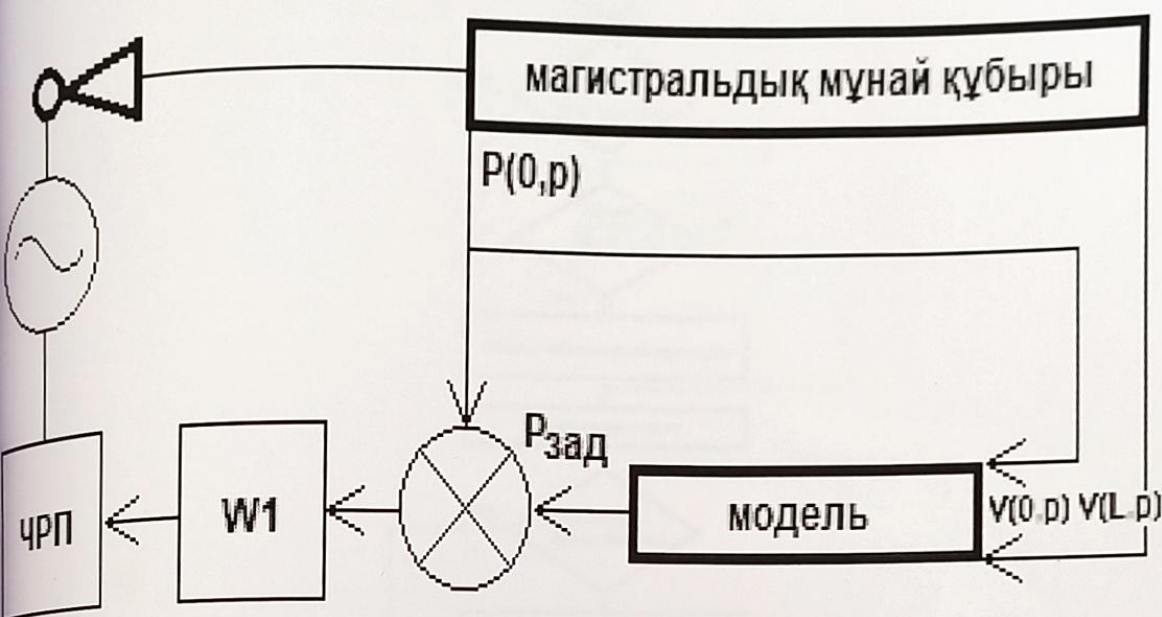
Қазіргі уақытта мұнай құбырын басқару үшін тек кіріс қысымы ескерілетін құрылымдар қолданылады. Әдетте, кіруге 50 МПа беріледі. Бұл мән шығуда 6 МПа-дан жоғары болу үшін жеткілікті.



3.4-сурет – Магистралды басқарудың қолданыстағы құрылымы мұнай құбыры

Алынған математикалық модель қысымның өзгеру сипаттамасын жуықтайды, бұл кіріс параметрлерінің белгілі мәндерін орнату арқылы қысымның өзгеруін бақылауға мүмкіндік береді. 6 МПа-ға тең Шығыс

ұстап тұру үшін Шығыс сипаттамасын пайдалану ұсынылады. Жуықталған сипаттама шығыс мәнін қажетті деңгейде ұстап тұруға мүмкіндік береді, ал кіріс мәні 50 МПа-дан аз болуы мүмкін. Бұл негізсіз шығындардан аулақ болуға әкеледі.



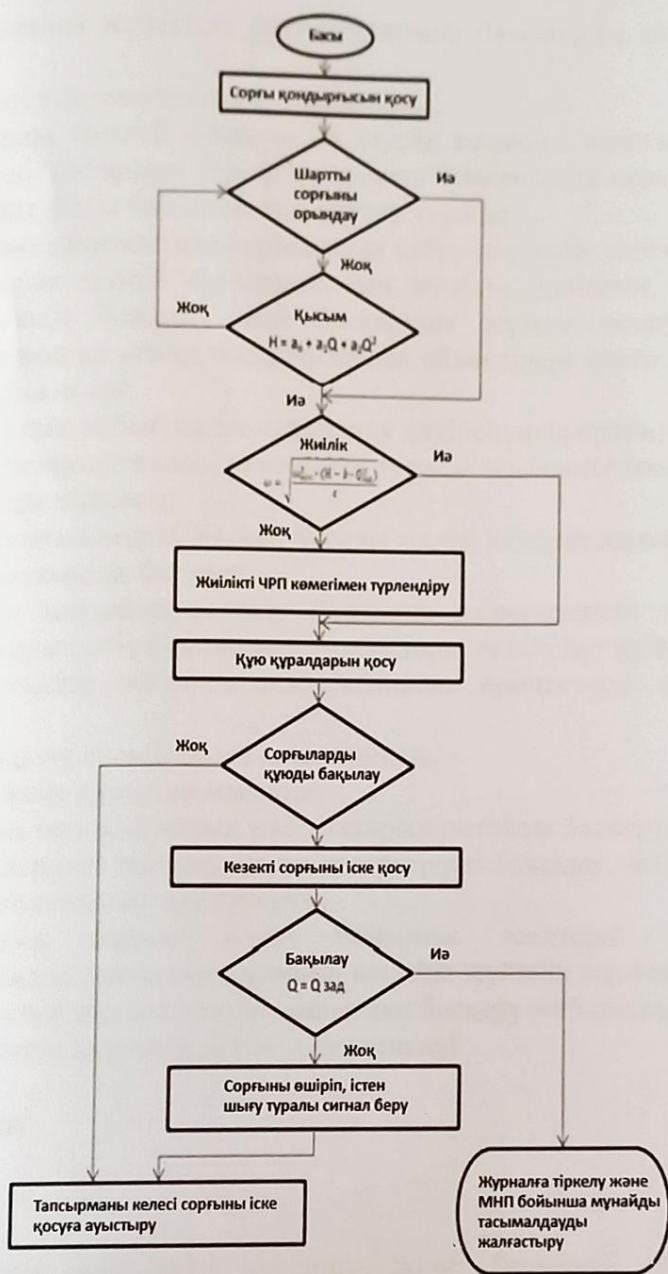
3.5 сурет – Ұсынылған басқару құрылымы

Магистральдық мұнай құбырын басқарудың ұсынылған құрылымы түбегейлі жаңа құрылым болып табылады.

3.4 Жиілікті басқару алгоритмі

Талдауды бастау үшін процесті егжей-тегжейлі көрсететін блок-схемалар жасалуы керек, осылайша қай жерде проблемалар бар екенін түсіну оңайырақ болады.

Сорғыны жиілікті реттеу алгоритмінің Блок-схемасы 3.5-суретте көрсетілген, мұнда қалың сызықтар НМ 1250/260 сорғысын өнеркәсіптік пайдалану аймағында сорғы қондырғысын басқару блогын және оның алгоритмнің қалған блоктарымен байланысын көрсетеді.



3.6-сурет – Жиілікті реттеудің Блок-схемасы

3.5 Мұнай құбырын басқару және технологиялық процесті бақылау автоматика жүйелері

Мұнай құбырын басқару және технологиялық процесті бақылау автоматика және телемеханика жүйелерінің көмегімен жүзеге асырылады.

НПС автоматика жүйесінің функцияларына бақылауды қамтамасыз ету және басқарма:

- НПС негізгі технологиялық құрылыстары;
- жағдайларды тікелей қамтамасыз етудің көмекші жүйелерімен негізгі технологиялық жабдықтардың жұмысы; көмекші инженерлік құрылыстар.
- бекіту арматурасы бар қысымды реттеу торабы;
- тазалау және диагностика құралдарын қабылдау және іске қосу торабы.

Магистральдық мұнай құбырларының желілік бөлігінің телемеханика жүйесі қашықтықтан бақылау мен басқаруды жүзеге асыруға арналған таратылған құбыржол көлігінің технологиялық объектілері үлкен аумақта және келесі міндеттерді шешеді:

- магистральдық құбырларды пайдалану қауіпсіздігін арттыру;
- айдаудың технологиялық режимдері туралы ағымдағы мәліметтерді алу және жабдықтардың жұмысы;
- тасымалданатын мұнай көлемі туралы жедел ақпарат жинау және құбыр объектілерін қашықтықтан басқару;
- авариялық жағдайларда ашу бойынша қашықтықтан араласу және желілік ысырмаларды жабу (авариялық учаскелерді оқшаулау құбырлар);
- алынған талдау негізінде технологиялық процестерді оңтайландыру ақпарат.

Автоматтандыру схемасының сипаттамасы.

SCADA жүйесін құрудың мақсаты:

- станцияның технологиялық жабдықтарын оңтайлы басқару;
- қондырғылардың жұмысындағы өзгерістерді бақылау, есепке алу және дабыл беру және технологиялық процесс;
- жабдықтың жұмыс істеуі бойынша есептерді жасау және шығару, технологиялық процеске, тұтастай алғанда жүйенің жұмысына;
- технологиялық жұмыс істеуін қашықтан басқару жабдықтар.

SCADA жүйесін құрудың негізгі принциптері:

- ашықтық;
- масштабтау;
- таралуы;
- көп деңгейлі;
- қауіпсіздік.

SCADA жүйе қашықтан бақылау және басқару үшін арналған технологиялық кешен, сондай-ақ жинау, сақтау, өңдеу және беру технологиялық ақпарат. SCADA жүйесі берілген режимді қолдайды технологиялық жабдықтың жұмысы, жұмыс орындарын ұсынады жабдықтың жай-күйін жедел бақылау үшін диспетчер қамтамасыз етеді қамтамасыз ету үшін жоғарғы деңгейдегі ақпараттық жүйелермен интерфейс функционалдық қызметтердің негізгі мамандарына ақпарат.

SCADA жүйесіне мыналар кіреді:

- технологиялық жабдықты басқару модулі;
- технологиялық бақылау және басқару модулі процестер;

SCADA жүйесіне мыналар кіреді:

- технологиялық жабдықты басқару модулі;
- технологиялық бақылау және басқару модулі процестер;
- қолданбалы бағдарламаларды шешуге арналған бағдарламалық

қамтамасыз ету кешені клиенттік міндеттер.

Технологиялық жабдықты басқару модулі базада құрылған бағдарламаланатын контроллерлер (ПЛК) және біріктіруді қамтамасыз етеді қашықтағы технологиялық жабдықты автоматты басқару бірыңғай диспетчерлік пункттен бақылау және басқару. ПЛК-ден басқа модуль мыналарды қамтиды:

- алғашқы өлшеу құралдары және технологиялық параметрлердің датчиктері;
- нормативті түрлендіргіштер және ұшқын өткізбейтін кедергілер;
- жергілікті басқару және дабыл аппаратурасы.

Жедел бақылау және басқару модулі базада іске асырылды Siemens фирмасының WinCC пакетінің SCADA бағдарламалық өнімдері және мыналарды қамтиды:

- қабылдауды, өңдеуді және сақтауды ұйымдастыратын енгізу/шығару сервері технологиялық басқарудың кіші жүйесінен алынған технологиялық ақпарат жабдықпен қамтамасыз етеді, басқаларға пайдалану үшін ақпарат береді кешеннің ішкі жүйелеріне, сондай-ақ сыртқы ақпараттық жүйелерге;
- Объектіге бағдарланған қалыптастыру бағдарламалық пакеті технологиялық процестердің жай-күйінің динамикалық графикалық мнемотехникасы нақты уақыт шкаласы;
- оқиғалар мен апаттарды көрсету, тіркеу және басып шығару бағдарламаларының пакеті автоматтандыру объектілері;
- бақыланатын мәндердің трендтерін қалыптастырудың бағдарламалық пакеті нақты уақыт масштабындағы технологиялық параметрлер және осы параметрлерді мұрағаттау трендтер;
- интерфейс бағдарламаларының пакеті, мүмкіндікті қамтамасыз етеді басқа іргелес ақпараттық жүйелермен деректер алмасуды талап етіледі.



3.7-сурет – SCADA жүйелері

Техникалық құралдар кешенінің (бұдан әрі-КТС) құрылымы мыналарға негізделеді автоматтандырылған басқару жүйелерін құрудың негізгі принциптері өнеркәсіптік объектілер:

- бақылау, жинау жүйесінің бағдарламалық жасақтамасымен үйлесімділік деректер және-басқару;

- ашық сәулет;
- Жергілікті желілерді, автоматтандырылған жұмыс орындарын және қажетті сенімділікті қамтамасыз ету үшін технологиялық қорғау жұмыс

істеу;

- төменгі деңгейдегі техникалық құралдарды үй-жайларға бөлу кабельді

қысқартуға арналған технологиялық басқару объектісі байланыс;

- бірыңғай құрылғыларды, блоктар мен түйіндерді пайдалану;

- үздіксіз электрмен жабдықтауды қамтамасыз ету;
- жоғары сенімділік және жөндеуге жарамдылық;
- сатып алу және қызмет көрсету шығындарын оңтайландыруды есепке

алу.

Жүйені құрудың мақсаты:

- маршруттарға сәйкес мұнай жүк ағындарын оңтайлы басқару тасымалдау;

- күй өзгерген жағдайда сигналдарды бақылау және беру технологиялық жабдықтар;

- материалдық және энергетикалық ресурстарды есепке алуды іске асыру;
- мұнай көлігі бойынша есептерді жасау және ұсыну, қондырғылардың жұмыс істеуі, Технологиялық процесс және жүйенің жұмысы;
- технологиялық жабдықтың жұмысын қашықтан басқару.

3.6 Мұнай өңдеу зауыттарын басқаруға арналған PLC-SCADA жүйесі

Бұл бөлімде мұнай өңдеу зауыттарын бақылау үшін PLC (бағдарламаланатын логикалық контроллер)/HMI (адам-машина интерфейсі) жүйесі ұсынылады. Ұсынылған құбырға мұнай өнімдерінің терминалын автоматты түрде көрсету үшін АОІ (қосымша нұсқаулық) және PLC бағдарламалау кіреді. Бұл процессордың мүмкіндіктерін барынша пайдалану үшін бағдарламалауда АОІ қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, ол баспалдақ логикасы бағдарламасымен бірлесіп бағдарламалау үшін АОІ қолданады. Бұл ladder бағдарламасын жеңілдетуге, сканерлеу уақытын қысқартуға және ақауларды жоюды жеңілдетуге әкеледі. Ұсынылған жүйе екі кезеңде құрылады. Біріншісі-PLC контроллерін бағдарламалау кезеңі. Екінші кезеңде HMI графикалық көріністері сызылады және PLC белгілеріне қосылады. Ұсынылған жүйенің нәтижелері логикалық баспалдақтардың саны, бағдарламаның максималды мөлшері және сканерлеудің максималды уақыты азайғанын растады. Нәтижелер АОІ бағдарламаны тиімдірек және сәтсіз жағдайларда

қиындықсыз бақылауға көмектесетінін білдіреді. Сонымен қатар, бұл процессордың аз жадына қосымша бағдарламалық жасақтама командаларын қосады, бұл жүйені құру және жаңарту шығындарын азайтады.

Мұнай өнеркәсібі өмірлік маңызды сала болып табылады. Мұнай-химия немесе мұнай терминалдары-бұл адамның пайдалануына арналған шикі мұнай мен жанармай құбырларын өңдеуге арналған құрылғылар. Бензин, керосин, дизель отыны және т.б. сияқты құнды және таза өнімдер кешен бойынша өтетін үлкен және өзара байланысты құбырлары бар ірі өнеркәсіптік нысандарды төсеу үшін қажет. Кәсіпорын жарылғыш заттардың көп мөлшерін және улы газдардың шамадан тыс мөлшерін ұсынады. қызметкерді қорғау, әдетте, бизнес үшін маңызды мәселе болып табылады. Осылайша, мұнай-химия терминалдары мұнай кен орнының төменгі ағысында орналасқан ауданның жүрегі болып табылады. Компьютерленген басқару жүйелерін қамтитын технологияның соңғы тенденциялары одан да жоғары және тиімді өнімділікке және өндіріс көрсеткіштерінің үздіксіз өсуіне әкеледі. Дәстүр бойынша, өнеркәсіп зауыттағы көптеген қоспаларды бақылау, бақылау және зерттеу үшін адам ресурстарына тәуелді. Бірақ оны компьютерлік жүйемен өзгерту қателік жылдамдығын айтарлықтай төмендетеді және реакция жылдамдығын жақсартады. Далалық датчиктерден, жетектерден және әртүрлі контроллерлерден деректерді жинау тегіс және жылдам.[1], [2].

Бұл дипломдық жұмыста бағдарламаланатын логикалық контроллер (PLC) қосымшасын қолданудың ұсынылған әдістемесі келтірілген. Мұндай жұмыстың мақсаты автоматтандыру жүйесінің жалпы өнімділігін арттыру болып табылады. Бұл жұмыстың мотиві-дәстүрлі Баспалдақ диаграммасымен салыстырғанда қысқа қосымшаны, процессордың аз жадын, АОІ көмегімен жасалған бағдарламалық жасақтаманы сканерлеудің қысқа уақытын алу. Бұл мақалада мұнай өнімдерін кемелерге тиеу терминалын басқару және құбырларды диспетчерлеу үшін автоматтандырылған құбыр ұсынылады. Ұсынылған құбыр PLC және басқаруды басқару және деректерді жинау жүйелеріне (SCADA) негізделген. Мұнай өнімдеріне арналған өңделген сұйықтықтар-дизель, керосин және бензин.[3] басқарылатын әңгіме екі аспект бойынша анықталады: пайдалану және басқару жүйелері. Терминал 3 резервуар тобын және 3 Тиеу станциясын қамтиды. Резервуарлардың әр тобында өнімнің жеке жеткізу желісі бар және оған 3 резервуар кіреді. Сонымен қатар, әр тиеу станциясы 3 сорғыдан тұрады. Терминал Кемелерді тиеу, өнімді жөнелту және резервуарларда сақтау үшін қолданылады. Rockwell PLC контроллері процессордың жұмысын тексеру үшін RSLogix emulate 5000 Chassis Monitor көмегімен жасалады. Logic ladder бағдарламалық жасақтамасы Studio 5000 Logix designer көмегімен жасалған. Процессор НМІ серверіне және графикалық презентацияларға rslinx Classic байланыс бағдарламалық жасақтамасы арқылы қосылады. Factorytalk view Studio көмегімен жасалған көрнекі презентациялар. Аталған бағдарламалардың барлығы Rockwell automation company компаниясына тиесілі. Барлық маңызды нәрселерді көрсету үшін қолданылатын графикалық пайдаланушы интерфейсі (GUI) презентациялары клапандар, резервуарлар мен сорғылар туралы жазбалар,

оның ішінде күйлер, деңгейлер, температура, қысым және ампер тогының көрсеткіштері. Дисплейлер осы нысандарды басқаруды одан әрі қамтамасыз етеді. PLC барлық көрсеткіштерді графикалық пайдаланушы интерфейсіне жіберуге бағдарламаланған.

Бұл құжаттың құрылымы келесідей: 2-бөлімде тиісті жұмыстар берілген. 3-бөлімде әдістеме сипатталған. 4-бөлімде ұсынылған жүйе ұсынылған. 5-бөлім эксперименттік орнатуды бейнелейді. 6-бөлімде нәтижелер сипатталған. Сонында, 7-бөлімде тұжырымдар мен болашақ жұмыс көрсетілген.

Тиісті басқару жүйесін таңдау үшін чкара мен Сегуэрдегі терминал кешеніне кейс-стади жүргізілді [1]. Осы мақаланың авторларының алдында тұрған міндет-үш жеткізушінің көптеген ұсынылған жүйелерінің ішінен ең жақсы басқару жүйесін таңдау. Ең жақсы ұсыныс кейбір факторларға байланысты таңдалады. Бұл факторлар ұсыныстардың ең жақсы жиынтығы, халықаралық рейтинг, сатудан кейінгі қызмет, жеткізушінің Аймақтық өкілдігі, жылдам жауап берудің кешігуі, қаржылық ұсыныс және жобаның ұзақтығы болды. Олар барлық жеткізушілер бойынша жалпы ұпайларды салыстырды. Жеткізушілер 2 және 3 Техникалық қабылданды. 3 жеткізушілері бірнеше тілде көмек көрсетумен және 2 жеткізушіге қарағанда әлдеқайда сенімді аймақтық өкілдікпен байланысты бәсекелестік артықшылыққа ие болды. Тандалған жеткізушінің шектеулері тендердің тиімділігіндегі және жобаны орындау кезеңіндегі кейбір кемшіліктер болып табылады, мысалы, жауап беру жылдамдығы, зауыттық қабылдау сынақтарын (FAT) өткізу мүмкіндіктері және персоналды пайдалану және техникалық қызмет көрсету бойынша оқыту. Басқа жүйе ұсынылды [2] SCADA жүйесін Машиналық оқыту әдістерін (ML) қолдана отырып, жарқылдан қорғау. Даму SCADA жүйелеріндегі ауытқуларды анықтаған кезде тірек векторлық әдіс (SVM), кездейсоқ орман (RF) және екі бағытты ұзақ мерзімді жад (BLSTM) сияқты ML әдістерінің тиімділігін бағалауға бағытталған. Авторлар SCADA хаттамаларын интернеттегі мерзімді сканерлеуге негізделген талдап, бірнеше SCADA қызметтері қол жетімді және Интернет арқылы шабуыл жасалуы мүмкін деген қорытындыға келді. Алдыңғы жүйенің ШЕКТЕУІ-Бұл тек Modbus RTU (remote traffic unit) трафигі арқылы байланысатын SCADA-ға қатысты болуы мүмкін. Жұмыс авторлары [3] жоғары концентрацияланған өнімді алу және оның температурасын реттеу үшін этанолды ректификациялау үшін пропорционалды интегралды туынды (PID) реттегішін жасады. Авторлар ректификация бағанының бірінші пластинасының температурасын басқарудың оңтайлы әдісін табу үшін әртүрлі математикалық модельдерді қолдана отырып бірнеше талдау жүргізді. PID реттегіші есептеу оңтайландыру әдісін қолдана отырып жасалған және бағдарламаланатын S7-1200 логикалық контроллерінде жүзеге асырылған. Осыдан кейін этанолды ректификациялау бағанының жұмысын бағалау жүргізілді. Бұл жұмыстың шектелуі стационарлық қатені азайту үшін күрделі басқару схемасын қолдану қажеттілігі болып табылады. Тағы бір зерттеуде [4] көп сатылы тұзды ерітіндімен тұщыландыруды (BR) орнатуға арналған SCADA жүйесі мен HMI дизайны сипатталған. Бұл зерттеудің мақсаты басқару желісі арқылы деректерді

беру жылдамдығын 10/100 Кбит/с-тан 185 кбит/с-қа дейін арттыру болды. Себебі MPI қазіргі уақытта Ethernet қосылымына қарағанда жылдамырақ. Ұсынылған жүйе серверлер мен басқару тізбегі арасындағы деректерді беру жылдамдығын арттырды және желінің қажетті жылдамдығына 185 Кбит/с жетті. Сонымен қатар, оператор экранында қабылданған деректер көлемі ұлғайтылды, бірақ PLC арналарының шектеулі санына байланысты кіріс/шығыс сигналдарының саны жеткіліксіз болды (S7-3000). Тағы бір шектеу-ұсынылған MPI қосылымы тек бір open platform communications (OPC) серверіне қатысты, сондықтан екі OPC серверін пайдаланатын ыстық резервтік қосымшаларда бұл жүйені пайдалану мүмкін емес.

Басқа жүйе енгізілді [5] мұнай өңдеу зауыттарында нақты жоспарлау мәселелерін шешуді ұсыну. Бұл зерттеудің негізгі мақсаты-басқару жүйесінің қысқа мерзімді кестелерін құратын операцияларды автоматтандырылған жоспарлау мен жоспарлауды жақсарту жолдары. Бұл мақсатқа жоспарлау тапсырмаларын аралас бүтін санды оңтайландырудың (MAP) ауқымды моделі ретінде тұжырымдау арқылы қол жеткізілді. Сонымен қатар, жоспарлау моделі Мори және т. б. (1998) [6] өндірісті кеңейту және өнімді тарату үшін сұйытылған мұнай газы аймағында (LPG) жоспарлау деңгейінде шешім қабылдау үшін қолданылды және кеңейтілді. Оңтайландыру моделі сәтті жасалды. Бұл жаңа жұмыс нүктесін анықтауға, өнім өндірісін ұлғайтуға және барлық техникалық шектеулерді сақтауға мүмкіндік берді. Сонымен қатар, жоспарлау және жоспарлау мәселелері масштабты деп анықталды және тұжырымдалды- MIP масштабты модельдері. Алайда, бұл жүйенің кемшілігі-тұтқырлық шектеулеріндегі екі сызықты жағдайларға байланысты жаһандық шешімге кепілдік берілмейді. [7] көп деңгейлі таратылған SCADA/HMI-ге негізделген жаңа тәсілді сипаттайды. Жүйе жүк көліктерін тиеу және мұнай өнімдерін құбырлар арқылы тасымалдау кезінде мұнай өңдеу зауыттарының терминалдарын бақылау және басқару үшін қолданылады. Мақсат HMI-ге қосылған SCADA мүмкіндіктері бар желіге бағытталған таратылған PLC жүйесін құру болды. Құжатта жүйенің аппараттық құралдары мен технологиялық процесті басқарудың барлық деңгейлерін біріктіретін графикалық панельдер арасында байланыс орнатуға баса назар аударылды. Бұл жүйені пайдаланудың көптеген артықшылықтары болды, мысалы, модульдік, кеңею және әртүрлі өндірушілер мен сатушылардың қашықтағы құрылғыларымен байланыс. Сонымен қатар, жүйенің көптеген компоненттері үшін қос резервтік архитектура. Стандартты және ашық нақты уақыттағы операциялық жүйесі бар модульдік бағдарламалық жасақтама архитектурасы да құнды болды. Сонымен қатар, жұмыста [8] авторлар дәстүрлі таратылған басқару жүйесінің (DCS) орнына нақты уақыт режимінде бүкіл мұнай өңдеу зауытын басқару үшін SCADA-PLC жүйесін құруға тырысты. Siemens PLC S7-300 контроллеріне қосылған кіріс және шығыс сигналдары жүйені бақылау үшін SCADA бағдарламалық жасақтамасына (WINCC) қосылды. Өнеркәсіптік ағынды суларды тазарту қондырғысы сандық PID реттегішімен басқарылды. Бұл құрылғыны басқару MICROLOGIX-1200 PLC және RSLinx байланыс

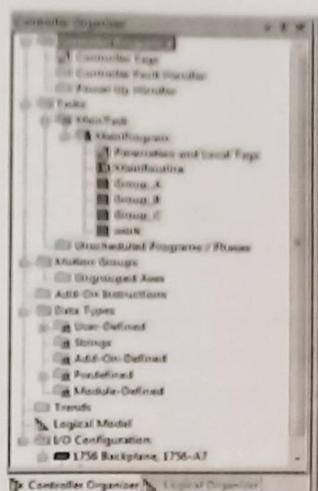
бағдарламалық жасақтамасы бар SCADA RSVIEW-32 көмегімен жүзеге асырылды. Нәтижелер ұсынылған басқару жүйесі шынайы экрандармен сәтті жұмыс істей алатынын көрсетті. Сонымен қатар, жүйеде нақты уақыттағы деректерді талдау, нүктелерді өзгерту және есептерді автоматты түрде қалыптастыру сияқты Қосымша функционалдылық болды.

Бұл дипломдық жұмыста PLC-SCADA жүйелерін қолдана отырып, мұнай терминалдарын басқаруға арналған автоматтандырылған құбыр ұсынылады. Ұсынылған жұмыс екі кезеңнен тұрады. Бірінші жағдайда PLC бағдарламалық жасақтамасы қосымша нұсқауларды қолдана отырып жасалады. Екінші кезеңде бірдей бағдарламалық жасақтама дәстүрлі қадамдық нұсқауларды қолданды. Осыдан кейін HMI әдеттегі қадамдық нұсқауларды қолдана отырып жасалады. Осы кезде әрбір PLC бағдарламалық құралы олардың нәтижелерін тексеру үшін іске қосылады (сканерлеу уақыты, қолданба өлшемі және қадамдар саны). Келесі бөлімдерде осы кезеңдердің көбірек сипаттамалары келтірілген.

Әдетте PLC бағдарламалары тым ұзын және тармақталған. Азық-түлік, мұнай және газ өнеркәсібі сияқты кең ауқымды қолданбаларда бағдарлама мыңдаған баспалдақтарды оңай қамтуы керек. Бұл ұзындық ақаулықтарды жоюды қиындатады және өте білікті инженерді қажет етеді. Бұл жұмыс PLC бағдарламалаудың қарапайым әдісін әзірлеуге бағытталған, қадамдары аз, процессордың жады аз және жұмыс уақыты аз. Ұсынылған жүйе осы мақсатқа жету үшін әдеттегі баспалдақ нұсқауларының орнына баспалдақ бағдарламалауында API қолданады. 3.8-суретте ұсынылған әдістің құрылымдық диаграммасы көрсетілген.



3.8-сурет – Ұсынылған жүйенің құрылымдық схемасы



3.9-сурет – Бағдарламалық жасақтама

Жүйе шикі мұнайды сақтауға арналған терминалды және кемелерді толтыруға арналған үй-жайларды басқарады. Бұл терминал 3 тең топты қамтиды. Әр топ белгілі бір өнім түріне қызмет етеді. Әрбір тауар жеке жөнелту желісінен келеді.

- А тобы дизельді сақтау және тиеу үшін қолданылады.
- В тобы керосинді сақтау және тиеу үшін қолданылады.
- С тобы бензинді сақтау және тиеу үшін қолданылады.

Әр топқа жеткізу желісі, 3 Сақтау цистернасы және 3 жүктеу сорғы модулі кіреді. Қоректендіру желісі суды коллекторлық клапан арқылы әр резервуарға жеткізеді. Бұл клапанды басқару НМІ көмегімен қолмен жүзеге асырылады. Әрбір резервуар кіріс/шығыс клапандарының растау сигналы және резервуардағы деңгей көрсеткіштері арқылы автоматты түрде басқарылатын араластырғышпен жабдықталған. Әр резервуардың шығысы шығатын клапан арқылы ортақ коллекторға қосылады. Бұл клапан НМІ көмегімен қолмен басқарылады. Әрбір жүктеу сорғысының модулі жүктеу сорғысын, сору клапанын және шығару клапанын қамтиды; жүктеу сорғысының модулі қолмен де, жартылай автоматты түрде де басқарылады. Қолмен режимде оператор Жабдықтың әр элементін НМІ көмегімен кезекпен басқара алады. Оператор модульдің жұмысын бір іске қосу/тоқтату арқылы басқара алады жартылай автоматты режимдегі түймені басыңыз. Бастапқыда сору және айдау клапандары іске қосу ретімен автоматты түрде ашылады. Содан кейін клапандардан ашылғанын растағаннан кейін сорғы автоматты түрде іске қосылады. Тоқтау реті алдымен сорғыны тоқтатады, содан кейін сору және айдау клапандары автоматты түрде жабылады.

Басқару логикасының сипаттамасы. Осы жұмыста ұсынылған жүйенің міндеті бір негізгі бағдарламаны қолдану арқылы жасалады. Бұл бағдарлама топтан тұрады 3.9-суретте көрсетілгендей ішкі бағдарламалар. Бірінші ішкі бағдарлама (Main-Routine) деп аталады, ол барлық басқа ішкі бағдарламаларды

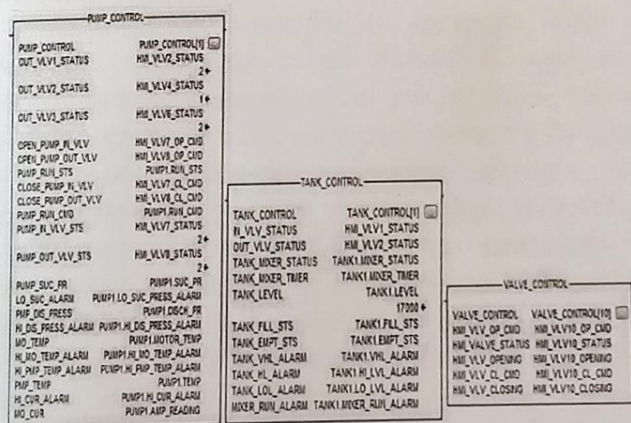
орындауға жауап береді. Екінші маршрут (GROUP_A) деп аталады, ол А тобының барлық элементтерін басқару логикасын орындауға жауап береді. үшінші маршрут (GROUP_B) деп аталады, ол В тобының барлық элементтерін басқарады. төртінші маршрут (GROUP_C) деп аталады және С тобының элементтерін басқарады. Үш танк тобының логикасы құрылымы жағынан бірдей. Олар аналогтық деректерді қажетті жад ұяшықтарына жылжытудан және клапандарды басқарудан бастайды. Осыдан кейін олар резервуарлар мен сорғыларды басқарады.

Жүйенің әрбір құрамдас бөлігі үшін логика PLC бағдарламалауында маңызды рөл атқаратын қосымша нұсқаулық (AOI) негізінде жасалады. Бұл логика бағдарламашыға кодты қайта пайдалану мүмкіндігін арттыру және дамуды жеңілдету үшін салттық нұсқауларды білдіру қабілетін береді. Сонымен қатар, олар бағдарламаның сканерлеу уақытын әдеттегіден қысқартады. AOI-бұл логикалық бағдарламашы жасаған функция және оны процедураның кез келген бөлігінде шақыруға болады. AOI құру өте қарапайым, бірақ PLC бағдарламалау туралы жақсы білімді қажет етеді. Ол кодта дәл қадамдар жиі қолданылған кезде қолданылады. Бұл жағдайда AOI кодты аз қадамдарға жеңілдетуге және оны бағдарламалауды жеңілдетуге көмектеседі. Ол сонымен қатар логикалық және бағдарламалық жасақтама тегтері арасындағы интерфейсті қолдайды.[10]

Қосымша нұсқауларды пайдаланудың артықшылықтары келесідей:

- Интерфейсті түсінудің қарапайым әдісін ұсыныңыз.
- Техникалық қызмет көрсетуді және ақаулықтарды жоюды жеңілдету.
- Штангалардың санын азайтыңыз.
- Бағдарламаның көлемін азайтыңыз.
- Сканерлеу циклін азайтыңыз.

Бұл бағдарлама AOIs үш түрін жасайды және пайдаланады. Біреуі сорғыны басқаруға, екіншісі резервуарды басқаруға, үшіншісі 3-суретте көрсетілгендей клапанды басқаруға арналған.



3.10-сурет – Сорғыға, резервуарға, клапанға қосымша нұсқаулар.

Басқару жүйесі Rockwell Automation (RA) бағдарламалық жасақтамасының көмегімен жасалған. Барлық операциялық командаларды орындау үшін. Қолданбада қолданылатын негізгі бағдарламалау тілі-баспалдақ диаграммасы (LD)[11] - [13]. Дисплейлер HMI software builder көмегімен жасалады. HMI бағдарламалық құралы-дисплейлерді, трендтерді және дабыл беттерін жасайтын Windows негізіндегі қолданба. Бұл пакетте деректер сервері мен HMI серверінің мүмкіндіктері бар. Деректер сервері мен HMI сервері OPC сервері арқылы қосылған. Олар бір жерде болуы мүмкін немесе әр түрлі машиналар [7]. Open Platform communications сервері (OPC) - бұл басқа өндірушілердің бағдарламалық жасақтамасы мен аппараттық құралдарының өзара әрекеттесуіне мүмкіндік беретін стандарттар мен технологияларды ұсынатын деректер сервері. Ол басқару жүйелерінің әртүрлі брендтері арасындағы Орталық бақылау және басқару блогына интеграцияны қолдайды [7].

PLC контроллерлерін бағдарламалауға арналған IEC61131 стандартына сәйкес [7]. Нақты PLC контроллерінің орнына ға модельдеу құралы қолданылады. Алайда, RA осы мақалада қолданылатын модельдеу бағдарламалық жасақтамасының орнына нақты қосымшаларда қолдануға болатын ControlLogix және CompactLogix сияқты PLC контроллерлерінің отбасыларын ұсынады. Негізгі процедураның жылдам орындалу уақытына жету үшін бағдарламалауда қосымша нұсқаулар қолданылады.

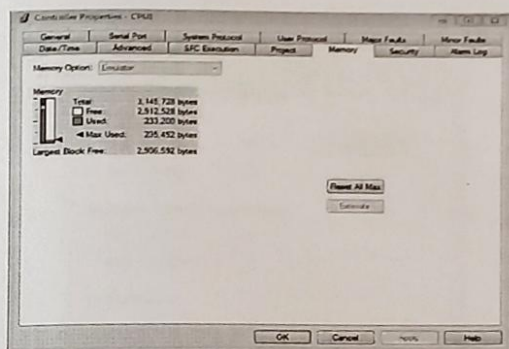
Ұсынылған модельді жасау үшін қолданылатын инженерлік құралдар:

- Логикалық конструктор: Studio 5000 Logix designer, 24.00 нұсқасы
- PLC эмуляторы: RSLogix 5000 шасси мониторын эмуляциялайды, 24.00 нұсқасы. Ол виртуалды креслоларды, контроллерлерді және енгізу / шығару модульдерін жасайды. Бұл олардың мінез-құлқын және контроллердің сканерлеу уақытын имитациялайды.

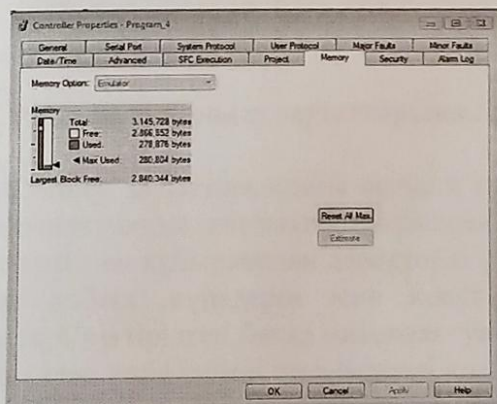
- HMI builder: FactoryTalk view Studio, 8.10 нұсқасы CPR9 SR7.4. Онда графикалық дисплей құрастырушысы, деректер сервері, HMI сервері бар және клиенттік қосымшаны жасайды.

Бұл бөлімде процессордың өнімділігін арттыру және процессордың мүмкіндіктерін барынша пайдалану үшін PLC/HMI құбыры ұсынылады. Ұсынылған құбырда баспалдақ бағдарламасы екі жолмен жасалады. Бірінші стратегия-тапсырмаларды орындау және оларды белгілі бір ретпен орналастыру үшін стандартты баспалдақтарды пайдаланудың дәстүрлі тәсілі. Екінші стратегия бірдей тапсырмаларды орындау және оларды дәйекті орындау үшін AOIs көмегімен жүзеге асырылады. Қайталанатын қадамдар тізбегі AOi-де орнатылады және баспалдақ логикасында қолданылады. Терминалдағы әрбір жабдықтың өзіндік AOI бар. Әрбір AOI қажеттілік туындаған кезде шақырылады және тиісті жабдық тегтерімен салыстырылады. Ол өзінің шарты ақиқат болған кезде бағдарламаланған тізбекті орындайды. AOIs-ті қолданған кездегі қадамдардың жалпы саны 108 қадамды құрайды, ал әдеттегі стратегияны қолданған кезде 519 қадам бар. Процессордың ішкі жадында қолданылатын бағдарламаның максималды мөлшері бірінші стратегияны қолданған кезде 280 804 байттың орнына AOI қолданған кезде 235 452 байтты құрайды.

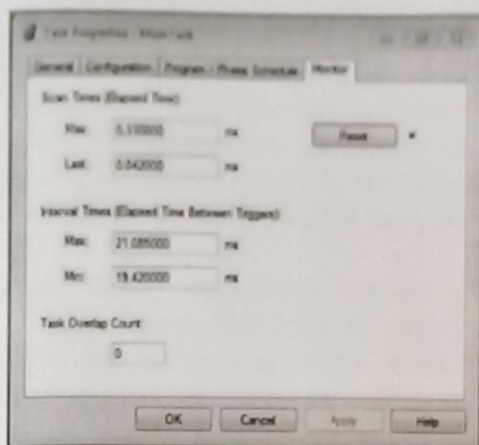
Бағдарламалауда АОІ қолданудың негізгі мақсаты-бағдарламаны сканерлеу уақытын қысқарту. АОІ пайдаланған кезде алынған максималды сканерлеу циклі қалыпты түрде қол жеткізілген 0,578 мс-пен салыстырғанда 0,330 мс құрайды. Бағдарламалауда АОІ қолданған кезде алынған бағдарламаның максималды мөлшері көрсетілген. 3.12-суретте қолданбаның максималды мөлшері көрсетілген, ал бағдарламалау тек баспалдақ логикасын қолданады. 6-суретте бағдарламалауда АОІ қолданған кезде алынған максималды сканерлеу циклі көрсетілген. 7-суретте сканерлеудің максималды циклі көрсетілген, ал бағдарламалау кезінде тек баспалдақ логикасы қолданылады. Осылайша, осы нәтижелерге сәйкес бағдарламаның ұзындығы 45 352 байтка азаяды, ал сканерлеу циклі 0,248 мс қысқарады. Бұл қысқарту процессорлардың әлдеқайда аз әртүрлілігінде көбірек командаларды пайдалану арқылы үлкен қолданбаларда ақша үнемдеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл процессордың сканерлеу уақытын үнемдеу арқылы дұрыс өндеуге әкеледі.



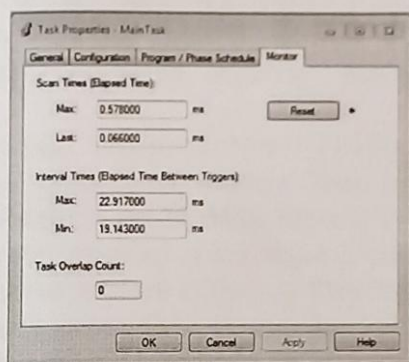
3.11-сурет – Бағдарламалауда АРІ қолданған кезде бағдарламаның максималды мөлшері



3.12-сурет – Бағдарламалау тек баспалдақ логикасын қолданған кезде бағдарламаның максималды мөлшері



3.13-сурет – Бағдарламалауда API қолданған кезде максималды сканерлеу циклі



3.14-сурет – Бағдарламалауда баспалдақ логикасын қолданған кезде максималды сканерлеу циклі

3.7 Зияткерлік SCADA-мұнай өңдеу зауыттарына арналған жүйе

Бұл бөлімде мұнай өңдеу зауыттарындағы әртүрлі процестерді бақылау және басқару үшін Интеллектуалды автоматтандырылған схема ұсынылған. Ұсыныс мұнай цистерналары мен құбырлардан деректерді үздіксіз жинауға, кез келген ақаулық кезінде дабыл жүйелерін іске қосуға, оның жұмысын оңтайландыру үшін жүйеге біріктірілген басқа интеллектуалды мүмкіндіктерге қосымша тиісті ақауларды жою үшін тиімді шешімдерді қолдануға бағытталған. Ұсынылған дизайн LabVIEW көмегімен жүзеге асырылады, ал сымсыз деректерді жинау LabJack көмегімен жүзеге асырылады. Нәтижелер кен орнындағы мұнай резервуарлары мен құбырлардың күйі туралы үздіксіз және нақты ақпаратты нақты уақыт режимінде жеткізу үшін басқару мен бақылау арасындағы сәтті интеграцияны көрсетеді. Ұсынылған дизайн белгілі басқару

және деректерді жинау жүйелерінің интеллектуалды нұсқасы болып табылады. Арнайы датчиктерді орнату арқылы қысым, жылу, ағын, май деңгейі және газдың ағын қамтитын басқа өндірістік процестерді кеңейту мүмкіндіктері де зерттелуде. Деректер тарихын сақтау және датчиктер мен жетектерді қашықтан бақылау және басқару құралдарын ұсыну үшін лог-файлдарды сақтауға арналған ыңғайлы графикалық пайдаланушы интерфейсі мен мобильді қосымшасы ұсынылған.

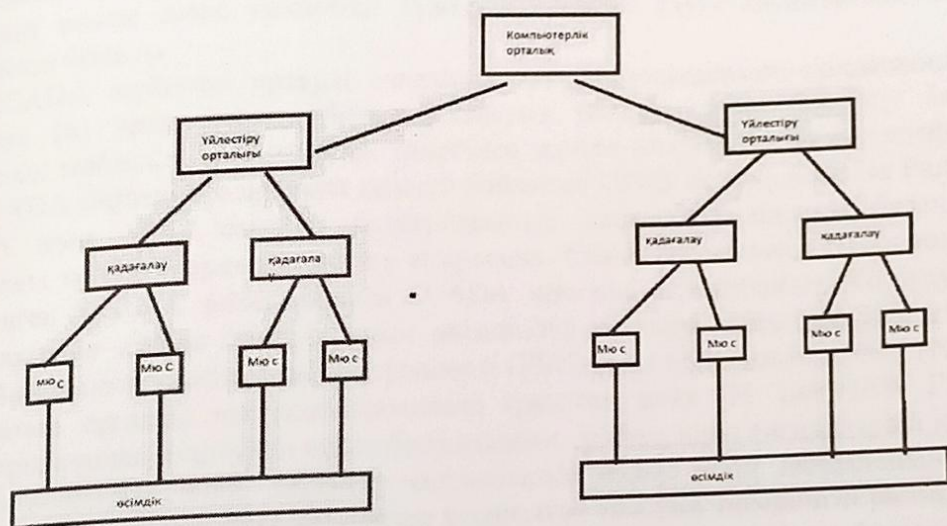
Диспетчерлік басқару және деректерді жинау (SCADA) деректерді басқару, ескерту, бақылау және тіркеу бойынша әр түрлі әрекеттерді орындау үшін стандартты автоматтандыру хаттамаларын ұсынады. SCADA жүйелерінде компьютерлердің интеллектуалды орналасуын, желілік деректерді беруді, бағдарламаланатын логикалық құрылғыларды, қашықтағы терминалдарды, PID контроллерлерін және сенсорлар мен жетектердің кең ауқымын пайдаланатын арнайы архитектура бар [1]. Сонымен қатар, олар нақты уақыт режимінде өзара байланысты процестерді жоғары деңгейлі басқаруды орындау үшін ыңғайлы интерфейсті пайдаланады. Қазіргі уақытта көптеген инженерлер мен техниктер контроллердің белгілерінің өзгеруін тікелей басқару үшін, сондай-ақ әртүрлі ақауларға диагностикалық тексерулер жүргізу үшін SCADA жүйелеріне сүйенеді.

SCADA жүйелері әртүрлі өндірушілерден болуы мүмкін және әртүрлі жұптастыру механизмдерін пайдалана алатын көптеген жергілікті басқару модульдерін біріктіру мүмкіндігіне ие. SCADA технологияларының өте жылдам дамуының арқасында жүйелер дамыды және таратылған басқару жүйелерімен бірдей тапсырмаларды аз шығындармен орындауға қабілетті болды; бұл SCADA жүйелерінің әмбебаптығы мен тиімділігін арттырады [2].

1950 жылдардан бастап SCADA жүйелерінің тарихын қадағалай отырып, оларды төрт негізгі ұрпаққа бөлуге болады [3]. Бірінші жағдайда, олардың арасында ешқандай байланысы жоқ шашыраңқы SCADA жүйелері қолданылды. Қажет болған жағдайда резервтік көшіруді қамтамасыз ету үшін барлық қашықтағы терминал құрылғыларына резервтік мейнфреймдер қосылды. Екінші буында Ақпарат және Командалық сигналдар жергілікті желі арқылы қосылған бірнеше станцияларға таратылды. Стандартты емес байланыс хаттамалары қолданылғанымен, шығындар бірнеше бөлімшелер арасында ақпарат алмасу және олардың арасындағы тапсырмаларды бөлу арқылы салыстырмалы түрде төмен болды. Ол кезде қауіпсіздік саласында іс жүзінде ешқандай зерттеулер жүргізілген жоқ. Үшінші буын әртүрлі SCADA жүйелерімен қатар жұмыс істеуге мүмкіндік беретін технологиялық процестерді басқарудың географиялық бөлінген желілері жасалған кезде пайда болды. Мұндай желілік архитектура шығындардың айтарлықтай төмендеуіне және резервтік функциялардың жақсаруына әкелді, әсіресе ауқымды жүйелер үшін. Жақында бұлтты есептеулер мен заттар интернетін енгізе отырып, әмбебап басқару алгоритмдері мен күрделі қатынастар мүмкін болды. Төртінші буын бұл артықшылықты пайдаланды және ақылды SCADA жүйелері мүмкін болды. SCADA жүйелеріндегі жетістіктер қауіпсіздік мәселелеріне көбірек назар аударуды қажет ететін желілер мен

коммуникациялық технологиялардағы жетістіктермен тығыз байланысты екені анық [4]. Әдеттегі SCADA жүйесінің негізгі компоненттері - басқару компьютерлері, қашықтағы терминал құрылғылары (RTU), бағдарламаланатын логикалық контроллерлер (PLC), байланыс инфрақұрылымы және адам-машина интерфейстері.

SCADA жүйелері компьютерленген басқаруды қолдана отырып, басқару операцияларын орындай алады. 15-сурет бес деңгейден тұратын SCADA жүйелерінің жалпы үлгісін көрсетеді; нөл құрылғыларға тікелей қосылған сенсорлар мен жетектерді инкапсуляциялайтын өріс деңгейіне сәйкес келеді [5]. Бірінші деңгей өнеркәсіптік контроллерлерге және олардың PLC және RTU сияқты енгізу-шығару қосылымдарына сәйкес келеді. Екінші деңгей тікелей басқару және бақылау функцияларын қамтамасыз етеді және SCADA жүйесінің бағдарламалық жасақтамасы мен есептеу платформасын қамтиды. Үшінші деңгей-бұл әртүрлі мақсаттарды бақылайтын және екінші деңгейлі компьютерлермен тапсырмаларды үйлестіретін өндірістік бақылау деңгейі. Төртінші деңгей, ең жоғарғы деңгей, негізгі басқару операцияларын жоспарлауға және орындауға арналған.



3.15-сурет – SCADA жүйесінің типтік орналасуы [5]

SCADA жүйелері электр энергиясын өндіру және тарату объектілері, мұнай өңдеу зауыттары, химиялық реакторлар және HVAC жүйелері болып табылатын өңдеу өнеркәсібінде көптеген қолданбаларға ие [3]. Осы құжатта ұсынылған жұмыста Кувейт пен Парсы шығанағы елдерінің мұнай секторында тиімді қолдануға болатын интеллектуалды мұнай өңдеу зауыттарының моделі ұсынылған. Ұсынылған әдіс ұзындығы жүздеген шақырым болатын мұнай цистерналары мен құбырлардың жағдайын талдау кезінде ескі қолмен

диагностиканы қолданатын мұнай өңдеу зауыттарындағы классикалық әдістерді ауыстыруға бағытталған. Бұл дәстүрлі әдіс шамадан тыс уақытты, айналы жұмыс күшін және жабдықталған көліктерді қажет етеді. Сонымен қатар, деректер көлемі жиналады, бұл оларды дәлсіздіктер мен адам қателіктеріне осал етеді.

Бұл бөлімде біріктірілген төрт түрлі өндірістік процестерді білдіретін миниатюралық қондырғының прототипі жасалды. Бұл деңгей, температура, қысым және газдың ағуы. Әзірленген жүйе осы төрт процесті бақылайды және басқарады. Мақаланың қалған бөлігі келесідей. II бөлімде мәселе тұжырымдалады және олардың ерекшеліктерін бөліп көрсету үшін ұқсас конструкцияларға әдебиеттерге шолу жасалады. III бөлім дәлдікке, сенімділікке және артықтыққа қатысты мәселелерді қозғай отырып, дизайн мен нәтижелерді көрсетеді. Соңында, IV бөлім құжатты қысқаша мазмұнмен және одан әрі кеңейту және жетілдіру бойынша кейбір пайдалы ұсыныстармен аяқтайды.

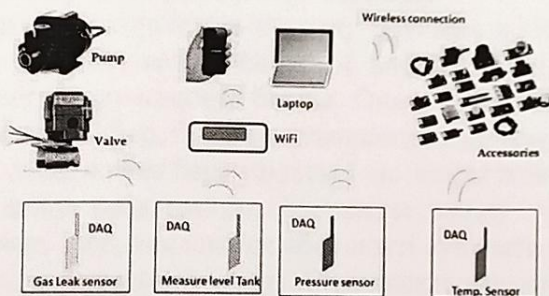
SCADA жүйесін өнеркәсіптік кәсіпорындарға біріктіру тиімділікті арттыру және уақыт пен күш жұмсауды оңтайландыру тұрғысынан өте пайдалы болды. Жобалау процесінде бақыланатын процестің сипатына және далалық жабдық пен басқару бөлмесі арасында орнатылатын байланыс түріне байланысты әртүрлі аспектілер ескеріледі. Осыған ұқсас соңғы жұмыс енді мәселенің нақты және қысылған тұжырымдамасын алуға болатындай етіп зерттелетін болады.

SCADA жүйелері әртүрлі салаларда әртүрлі тәсілдермен қолданылды. Жұмыста [6] кран прототипінің орналасуын басқару және бақылау Java қолдайтын мобильді қосымшаның көмегімен жүзеге асырылды. Ұялы телефон мен SCADA сервері арасындағы сымсыз байланыс GPRS жалпы пакеттік Радио қызметі және WAP сымсыз қосымшасының протоколы арқылы базалық станцияны қолдану арқылы жүзеге асырылды. Сынақ нәтижелері смартфонға негізделген SCADA интеграциясы SCADA көмекші мүмкіндіктерінің жауап беру уақытын азайта отырып, кран өнімділігін арттыра алатынын көрсетті. SCADA-бұлыңғыр логикалық контроллерді (FLC) және нейрондық желіні (NN) қолданатын тұрақты ток қозғалтқышына арналған жүйе [7]. LabVIEW FLC деректерін күрделі өңдеуден аулақ бола отырып, іріктеу, кіріс сигналдарын алу, кіріс сигналдарын және деректер сигналдарын өңдеу үшін пайдаланылды. Ұсынылған эксперименттік нәтижелер ұсынылған тәсілдің тиімділігін растады. Жұмыста PLC және сұйықтық деңгейін бақылау жүйесіне арналған бұлыңғыр контроллердің тіркесімі ұсынылды [8]. Бұл зерттеуде SCADA жүйесі резервуардағы су деңгейін, сондай-ақ атқарушы клапанның орнын бақылайтын бұлыңғыр sugeno типті алгоритм қолданылды. Бір негізгі Енгізу-шығару сервері және бірнеше клиенттік компьютерлік жүйелер тұжырымдамасы қолданылды [9] алдын-ала анықталған тестке байланысты операциялық ортаны үздіксіз өзгерту үшін. Бұл әдіс SCADA жүйелерінің ауқымын кеңейтіп, әртүрлі енгізу-шығару құрылғыларымен байланыс орнатуға және олардың жаңартылатын энергия жүйесінде шығуын басқаруға мүмкіндік берді. Икемді және арзан SCADA жүйесі енгізілді [10], онда жүйені сәйкес интерфейсі мен бағдарламалық жасақтамасы бар дәстүрлі ДК басқарды. Жүйе ескі тұзсыздандыру қондырғысына реле,

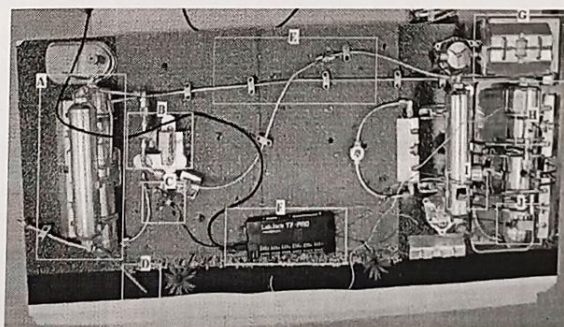
таймерлер және т. б. қолданылатын ескі типтегі автоматтандыру жүйесімен параллель орнатылды. Автоматтандыру жүйесі ақылға қонымды төмен шығындармен қашықтан басқару және орнатуды бақылауды қамтамасыз етеді.

Көптеген мұнай өңдеу зауыттары өте ұзақ қашықтыққа созылатын мұнай иштерналалары мен құбыр жүйелерінің күйін үнемі талдауды қажет етеді. Дәстүрлі әдістерді қолданған кезде бұл шамадан тыс жұмыс күшін пайдалану және ресурстарды ысырап ету қажеттілігіне әкелуі мүмкін. Қысым, жылу, ағын жылдамдығы, май деңгейі және газдың ағып кетуін қамтитын көптеген процестерді және әртүрлі өнеркәсіптік қондырғыларды басқару мүмкіндігі зерттеледі, екі негізгі мәселе ретінде қауіпсіздік пен орындылықты қарастырады. Миниатюралық бұрғылау қондырғысы ұсынылған интеллектуалды мұнай өңдеу зауытының (SOR) мысалы ретінде пайдаланылады.

Далада қажетті сигналдарды өлшеуге арналған төменгі деңгейдегі төрт сенсордан тұрады. Датчиктер DAQ модуліне қосылған, ол басқару бөлмесін ұсынатын ноутбукпен де, операторды ұсынатын мобильді құрылғымен де сымсыз байланыс жасай алады. Құрылымды аяқтау үшін су сорғылары, электр клапандары және басқа керек-жарақтар қолданылады. Бағдарламалық интерфейсті жобалау үшін LabVIEW [11] көмегімен графикалық модельдеу таңдалды, ал ноутбукпен деректерді бөлісу үшін мобильді қосымша жасалды. Нақты миниатюралық қондырғы суретте көрсетілген.



3.16-сурет – Ұсынылған интеллектуалды SCADA жүйесінің құрылымы



3.17-сурет – Миниатюралар немесе бұрғылау қондырғысы

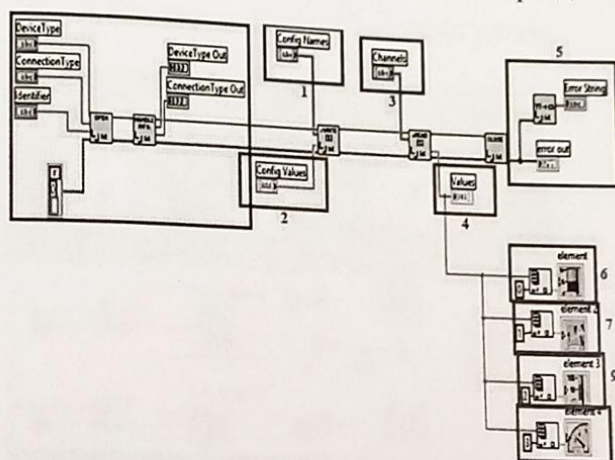
Миниатюралық қондырғы екі негізгі бөлімнен тұрады: орталық және қайта өңдеу. "А" - су ыдысының үстіне орнатылған цилиндрлік газ баллоны. Газ да, су да тарату мақсатында сақталады. "В" - бұл резервуардан мұнай өңдеу зауытына газ беруді реттейтін және ағып кету анықталған кезде жабылатын клапан. "С" - бұл газ ағынының үздіксіз оқылуын қамтамасыз ететін және "D" газ беру пункті мен газ ұстағыш арасындағы құбырға орнатылған газ сенсоры. "Е" - бұл газ ыдысын мұнай өңдеу зауытына қосатын құбырдың жоғарғы жағында және су өңдеу зауытының бөлімінде "F" - бұл барлық сенсорларға қосылған және басқару модуліне сымсыз қосылатын DAQ модулі. "G" - бұл температура өзгерген жағдайда жақын маңдағы резервуарларды салқындату үшін жіберілетін суды сақтайтын салқындатқыш резервуар. Температураны бақылау үшін температураның жоғарылауын анықтау үшін суды тазарту процесінің үздіксіз көрсеткіштері қолданылады. Үздіксіз оқуды қамтамасыз ететін температура, қысым және су деңгейінің сенсорлары сәйкесінше "H", "I" және "J" әріптерімен белгіленеді.

(4) суретте ұсынылған құрылымның үздіксіз жұмысының технологиялық сызбасы көрсетілген, ол барлық бастамашылық, анықтау, басқару, бақылау және ескерту процестерін көрсетеді. Су мен газ құбырлар арқылы Орталық жағынан мұнай өңдеу зауытының жағына айдалады. Айдау процесінде өлшенген деректер Сенсорлардан DAQ арқылы басқару блогына беріледі.

Барлық деректерді Сенсорлардан басқару блогына жіберу үшін сымсыз DAQ T7-Pro LabJack пайдаланылды. Онда 14 аналогтық кіріс, 2 аналогтық Шығыс және 32 сандық енгізу-шығару болды. Оның аналогтық кірістері үшін әртүрлі кернеу диапазондары бар, бұл оны ұсынылған іске асыруға өте қолайлы етеді. Сонымен қатар, оның жауап беру уақыты 1 мс-ден аз және кіріс ағынының жиілігін 100 кГц-ке дейін қабылдайды. Қысымды өлшеу үшін кіріктірілген μpx4115 кремний датчигі қолданылды, ол абсолютті ауа қысымын максималды қателікпен 1,5% сенімді түрде өлшей алады. Ол сызықтық жауап береді: $V_o = V_s (0,009 P - 0,095) \pm \text{қате}$. Газдың ағып кетуін анықтау үшін таза ауада электр өткізгіштігі төмен MQ-3 сұйытылған газ spO_2 сенсоры қолданылады. Бұл сенсор өте үнемді және қарапайым жетек схемасы бар. Оны әртүрлі концентрациядағы алкогольді анықтау үшін қолдануға болады. Резервуардағы су деңгейін анықтау үшін жоғары сезімтал brick сенсоры қолданылады. Бұл сенсор аналогтық интерфейске ие және орнатылған жолдар мен жер сериялары арасында ауысатын өлшеу жолдарының жиынтығынан тұрады. Есептелген сызықтық көрсеткіштер сенсор мен жер арасындағы сумен қысқаратын қашықтыққа байланысты болады. EI-1022 эмбебап температура сенсоры қолданылады. Ол ток шектейтін резистормен жабдықталған және бөлме температурасында 3,0 В кернеуге арналған. LM335A сезімтал элементі $10,0 \text{ мВ}/^\circ\text{C}$ сызықтық сезімталдыққа ие және оны 100 разрядқа дейінгі температураны анықтау үшін қолдануға болады. Ол судың тұрақты ағынын ұстап тұру үшін судың булануымен бірге салқын ауаны шығарады, қабылдағышты салқындатады және булануды айтарлықтай жеңілдетеді. Су шығыны 180 мың фут-фунтқа дейінгі айналу моментіне төтеп

бере алатын және қолмен басқарудан басқа кірістірілген кернеуден қорғау функциясы бар электрмен басқарылатын электронды клапанмен реттеледі. Ол 10,0 В кернеуі бар екі арналы SRD-05VDC-SL-с релелік тақтасымен басқарылады, ол әртүрлі аспаптар мен басқа да үлкен ток жабдықтарын басқара алады.

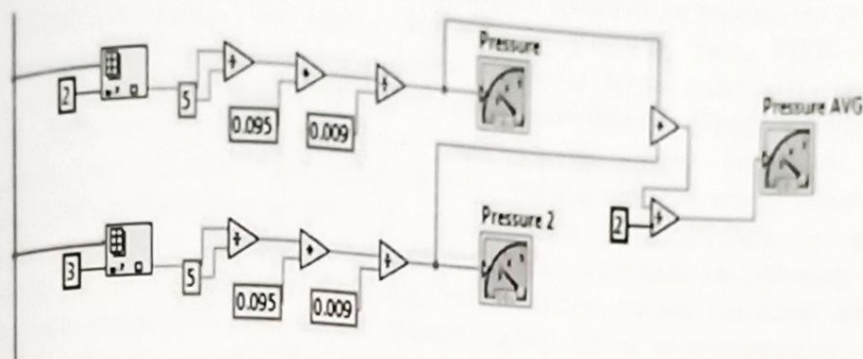
DAQ сымды Сенсорлардан алынған ақпаратты ноутбукке жібереді. Ол LabVIEW көмегімен реттеледі және өзара әрекеттеседі. 3.18 суретте тоғыз негізгі компоненттен тұратын схема көрсетілген. (1) бөлім labjack-ті өңдеуге арналған, үшін конфигурация мәндерін орнату үшін пайдаланылды, ал (3) бөлігі енгізу / шығару операциялары үшін оның арналарын реттеу үшін пайдаланылды. (4) бөлім DAQ-қа қосылған төрт сенсордан оқуды алады. Қателерді жою (5) бөлігінде орындалады, ал су деңгейінің, газдың ағуының, қысымның және температураның төрт сенсоры сәйкесінше (6) – (9) бөліктерінде көрсетілген.



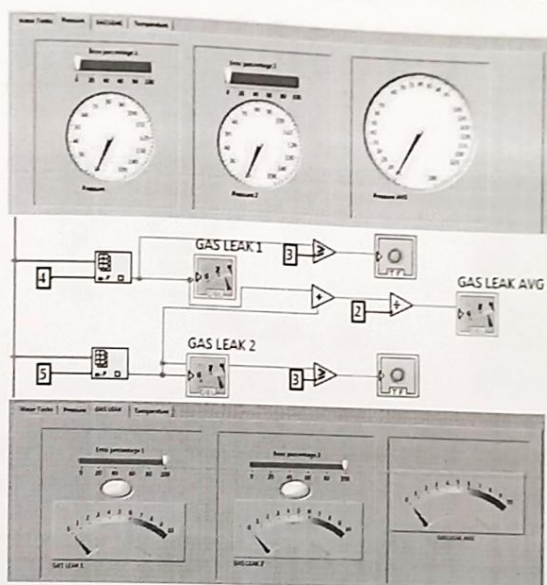
3.18-сурет – LabVIEW схемасы

Labjack модулі арқылы Сенсорлардан деректерді алмас бұрын, LabVIEW әр тиісті сигналды дұрыс өңдеу үшін контактілерді орнатуды талап етеді. Әрбір сенсордың көрсеткіштерін енгізу және калибрлеу онымен бірге берілген деректер кестесін мұқият түсіндіруді қажет етеді. Көбінесе дұрыс өлшемдерді алу үшін Орнату және қолмен басқару қажет. Мысалы, тіркелген қысымның шынайы мәндерін көрсету үшін қысым сенсорының көрсеткіштерін $(0,2 \cdot V_i - 0,095) / 0,009$ етіп өзгерту қажет болды. Шешілуі керек маңызды мәселе резервтік тексеру болды, яғни кез келген сигналдың нақты өлшемін алу үшін кем дегенде екі көзді пайдалану керек. Жеке сигналдарды орташалау арқылы неғұрлым сенімді көрсеткіштер алынады. Сонымен қатар, егер бір сенсор істен шықса, қалған сенсорлар ақаулы көрсеткішті алып тастап, дұрыс көрсеткіштерді бере алады. Осылайша, ақауларды анықтау жеңілдетіледі, өйткені күдікті көрсеткіштерді оңай сүзуге болады. LabVIEW диаграммасы және оған сәйкес графикалық интерфейс көрсетілген. Кейбір сенсорларға тән болуы мүмкін тағы

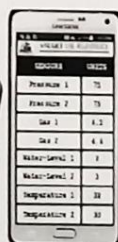
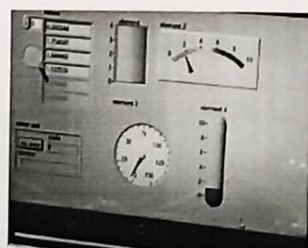
бір мәселе-жалған позитивтердің іске қосылуына әкелуі мүмкін шамадан тыс сезімталдық. Бұл дұрыс емес ақпарат бермеуі үшін өлі аймақты енгізуге тура келген газдың ағып кету сенсорында болды [13].



3.19-сурет – Қысым датчигін енгізу

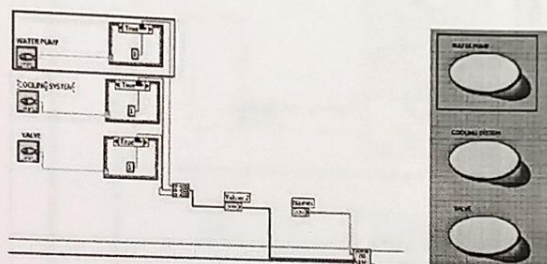


3.20-сурет – Газдың ағып кету сенсорын іске асыру

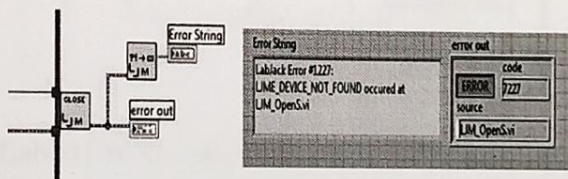


3.21-сурет – Ноутбук пен мобильді құрылғыға арналған әдеттегі экран макеттері

Су деңгейі мен температура датчиктерінің сызықтық тиімділігі расталды және LabVIEW-те одан әрі өңдеу қажет болмады. Ноутбук үшін де, мобильді құрылғы үшін де әдеттегі графикалық интерфейс суретте көрсетілген. Case үшін пайдаланылды. Үш енгізу-шығару матрицасы, f101, F102 және F103, сәйкесінше су сорғысын, салқындату жүйесін және клапанды көрсету үшін пайдаланылды. Ұсынылған дизайнда екі сорғы болды; біреуі орталық бөліктен колданылады; екіншісі температура тым жоғары болған кезде төтенше жағдай туралы хабарланған жағдайда салқындатқыш резервуардан су шашу үшін колданылады. 3.22 суретте LabVIEW - те осындай дизайнның орналасуы көрсетілген. Клапандарды басқару үшін әдетте ашық релелер қолданылды. Сондай-ақ, дизайнға визуалды ескерту қосу үшін жарықдиодты дисплейлер енгізілді, мысалы, егер газдың ағып кету сенсорының көрсеткіші белгілі бір шектен асып кетсе, жарық диоды жанады. Шамадан тыс сезімталдық мәселесін мәннен пайыздық ауытқуды есептеу арқылы оңай анықтауға және хабарлауға болады. Тағы да, егер қате белгілі бір шектен асып кетсе, оператор оны ықтимал зақымдану үшін тексеруі керек [14].



3.22-сурет – Механикалық бөлшектерді орындау

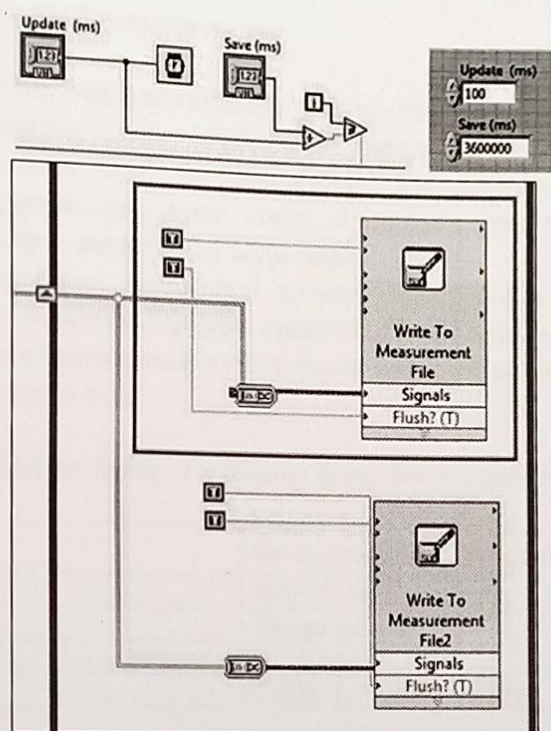


3.23-сурет – Байланыс қателіктерінің иллюстрациясы

Сағаттар мен дисплейлер нақты уақыт режимінде жұмыс істеуге пайдалы лездік көрсеткіштерді береді; дегенмен, статистикалық талдау және /немесе деректерді сақтау үшін диаграммалар мен уақытқа негізделген сигналдар сияқты басқа дисплей формалары қажет болады. Сонымен қатар, деректерді хаттамалау, сақтау және мұрағаттау қажет болады. Уақытша деректерді сақтау үшін дисплей мен буфер өлшемі үшін іріктеу жиілігін таңдау әдетте дизайнның бастапқы кезеңдерінде қабылданады [15]. Байланыс арналарындағы және/немесе

жұптастыру тізбектеріндегі қателіктерден туындаған басқа ақаулар да LabVIEW ішіне енгізілген арнайы бағдарламалау технологиялары арқылы анықталды. 3.23 - сурет DAQ модулімен байланыстың үзілуі нәтижесінде пайда болатын байланыс қатесінің мысалын көрсетеді.

LabVIEW пайдаланушыларға оңтайландырудан басқа деректерді сақтау ноутбукке немесе мобильді қосымшаға бағыттауға болатын мүмкіндік көрсетілген. Ұсынылған жүйенің графикалық интерфейсінің соңғы нұсқасы бакылау және қадағалау функцияларынан басқа басқару функциясын қамтиды. Бұған жүйені іске қосу және тоқтату, оның айнымалылары мен параметрлерін реттеу және үздіксіз автоматты режимге қолмен ауысу кіреді.



3.24-сурет – LabVIEW-те деректерді тіркеуді және басқаруды жүзеге асыру

Парсы шығанағы елдеріндегі мұнай өнеркәсібінің экономикалық, экологиялық және этикалық аспектілеріне оң әсер етеді деп күтілуде. Мұнай өңдеу зауыттарында интеллектуалды SCADA жүйесін енгізу олардың жұмысын оңтайландыру және қызмет көрсету персоналы үшін қауіпсіз ортаны қамтамасыз ету үшін өте пайдалы деп саналады. Нақты жобалау кезеңінде де, іске асыру кезеңінде де көптеген кедергілер болды, олар үшін ең жақсы шешімді табу үшін оларды жою қажет болды. Бұл құжатта LabVIEW қолданылғанымен, басқа

бадамалы пакеттер, мысалы, сенсорлар мен жетектерді жасаушылар ұсынған кітапханаларды өңдей алатын болса, MATLAB-ты пайдалануға болады.

Қозғалтқышты/сорғыны /клапанды логикалық басқаруды LabVIEW ішіндегі PID реттеу алгоритмі арқылы үздіксіз тегіс өнімділікке айналдыруға болады. Бұл ұсынылған дизайнның функционалдығын жақсартуға әкелуі керек.

Бұл жұмысты параллельді жүйелік диагностиканы қолдану, кіріктірілген DAQ бар орталықтандырылмаған датчиктерді енгізу және қолданыстағы жабдықпен қатар өнеркәсіптік үздіксіз PID контроллерлерін пайдалану арқылы кеңейтуге болады. Әзірленген прототипті коммерциялық қаптамаға біріктіру оның өнеркәсіптік маркетингін жақсартады.

3.8 Scada жүйелерін бағдарламалау

«Scada LtD» ЖШС автоматтандыру бөлімі технологиялық процестерді басқарудың автоматтандырылған жүйелеріне арналған SCADA жүйелерін бағдарламалау, контроллерлерді бағдарламалау, бағдарламалық қамтамасыз етуді, оператор интерфейстерін және контроллерлерге арналған қолданбалы бағдарламаларды әзірлеу жұмыстарын жүргізеді.

SCADA жүйелері- бұл деректерді жинау, өңдеу және беру жүйелерін қамтитын, сондай-ақ автоматты басқару процестерінің барысы, жабдықтар мен деректерді беру құралдарының жай-күйі туралы ақпаратты көрсететін арнайы бағдарламалық қамтамасыз ету.

Кесте 3.1 – SCADA жүйелерін жобалау және бағдарламалау

SCADA өндірушісі	Бағдарламалық қамтамасыз ету
SIEMES SIMATIC	WinCC, WinCC икемді
SIEMENS SBT	Desigo Insight
ABB 800xA	AC 800M
Schneider Electric	CITECT, Vijeo дизайнері

SCADA жүйелерін жобалау кезеңдері:

- өріс деңгейіндегі дизайн
- деректерді жинау және өңдеу деңгейін жобалау
- ақпаратты көрсету деңгейін жобалау (автоматтандырылған жұмыс станциясы және оператор станциялары)

Үлкен жүйелерді бағдарламалау тұрғысынан процесті автоматтандыру жүйелеріне арналған бағдарламалау тілдері саласындағы IEC-61131.3 халықаралық электротехникалық комиссия стандарты енгізілуде.

Ол қолданбалы контроллер бағдарламасын жазу үшін 5 бағдарламалау тілін ұсынады:

- SFC тізбекті процесс диаграммаларының тілі;
- ФБД функционалды блоктарының тілі;

- баспалдақ диаграммаларының тілі LD;
- құрылымдық мәтін тілі ST;
- IL нұсқаулар тізімінің тілі.

APCS бағдарламалық құралының құрылымы. APCS бағдарламалық құралы орны мен түрі бойынша ерекшеленетін компоненттерден тұрады. Орналасуы бойынша бағдарламалық қамтамасыз ету келесіге бөлінеді:

- бағдарламаланатын контроллердің бағдарламалық қамтамасыз ету;
- оператор панелінің бағдарламалық қамтамасыз ету;
- SCADA серверінің бағдарламалық қамтамасыз ету;
- SCADA-клиенттік бағдарламалық жасақтамасы; станциясы).

Түрі бойынша APCS бағдарламалық қамтамасыз ету келесіге бөлінеді:

- негізгі бағдарламалық қамтамасыз ету;
- реттелетін бағдарламалық құрал.

Негізгі бағдарламалық қамтамасыз ету әмбебап, яғни. технологиялық процестің сипатына және басқару жүйесінің функционалдық міндеттеріне тәуелді емес.

Негізгі бағдарламалық құрал мыналардан тұрады:

- стандартты бағдарламалық қамтамасыз ету;
- меншікті бағдарламалық қамтамасыз ету.

Стандартты бағдарламалық құралға қолданылатын аппараттық құралдың құрамына тәуелді емес жалпы мақсаттағы бағдарламалық қамтамасыз ету кіреді:

- ортасында жоғары деңгейдегі автоматтандыру пакеті және деректер қорын өңдеуге арналған пайдаланушы пакеттері орындалатын оператор станцияларының операциялық жүйесі - SCADA серверіндегі қолданыстағы бағдарламалық қамтамасыз ету де, басқару бөлмесінің жұмыс станциясында жаңадан орнатылған бағдарламалық қамтамасыз ету де пайдаланылады;
- автоматтандыру пакеті, ақпаратты жинау, басқару, оператормен интерфейсті қамтамасыз ету және т.б. функцияларын орындайды;
- қолданбалы бағдарламаларды әзірлеуді және оператор панеліне жүктеуді қамтамасыз ететін бағдарламалық қамтамасыз ету;
- диспетчерлік пункттің жұмыс орнында орнатылған бағдарламалық қамтамасыз ету;
- бағдарламалық қамтамасыз ету жоғары деңгейлі таңдамалы бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеуге және кейінірек басқару жүйесін басқаруға арналған.

Меншікті бағдарламалық қамтамасыз ету APCS техникалық есептеу құралдары үшін арнайы әзірленген және аппараттық құралмен бірге жеткізіледі.

Меншікті бағдарламалық құрал мыналарды қамтиды:

- контроллердің операциялық жүйесі;
- контроллердің қолданбалы бағдарламаларын әзірлеуді, жүктеуді және жұмысын қамтамасыз ететін бағдарламалық қамтамасыз ету;
- оператор панелінің операциялық жүйесі;
- сервер мен PLC арасындағы байланысты қамтамасыз ететін драйвер;

- драйвер - ETHERNET желісі арқылы инженерлік станцияның контроллермен байланысы үшін.

Қолданушы бағдарламалық қамтамасыз ету автоматтандыру объектісінің функционалдық міндеттеріне сәйкес технологиялық процестерді басқарудың автоматтандырылған жүйелерінің нақты тапсырмаларын шешеді.

Технологиялық алгоритмдерді орындауды қоса алғанда, технологиялық процестерді басқарудың автоматтандырылған жүйелері үшін арнайы әзірленген тапсырыс беруші бағдарламалық қамтамасыз ету барлық функцияларды жүзеге асыру үшін қажетті бағдарламаларды қамтиды:

- технологиялық процесс туралы аналогты және дискретті ақпаратты алу;
- деректерді өңдеу;
- технологиялық алгоритмдерді орындау;
- ақпараттық байланыс контроллері – серверді іске асыру;
- ақпараттық байланыс контроллері – оператор панелін енгізу;
- ақпараттық коммуникациялық сервер – диспетчерлік жұмыс орнын іске асыру;
- операторға ыңғайлы формада диспетчерлік жұмыс орнының экранында ақпаратты көрсету;
- объектінің технологиялық параметрлерінің графиктерін басқару пунктін автоматтандырылған жұмыс орнының экранында қалыптастыру және көрсету.

Жоғарыда аталған функцияларды жүзеге асыру бағдарламаланатын контроллердің, операторлық панельдің, сервердің және диспетчерлік жұмыс станциясының пайдаланушы бағдарламалық жасақтамасы арқылы жүзеге асырылады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жобада негізгі мәліметтер қарастырылды Мұнай құбырын тасымалдауға арналған сорғылардың түрлері, резервуарлық мұнай айдау станцияларының парктері, қысымды реттеу және есепке алу тораптары мұнай. Сондай-ақ, бұл жұмыста тығыздық пен тұтқырлық есептеулері келтірілген мұнай, құбырды гидравликалық есептеудің негізгі формулалары және гидравликалық көлбеу, Құбыр, сорғы және сорғы сипаттамалары станциялар, қысым балансының теңдеулері, саны анықталды мұнай айдау станциялары және оларды орналастыру тәсілдері. Бағдарламалық жасақтамада мұнай айдау станциясының схемасы жасалды

AutoCAD пакетінде және мұнай құбырының математикалық моделі іске асырылды MATLAB қосымшалар пакеті.

Дипломдық жоба экономикалық негіздемені камтиды таңдалған реттегіштің құны, реттегіштің компоненттерінің құны, оның шығындары монтаждау және осы реттегішті әзірлеуге байланысты шығындардың жалпы сомасы. Экономикалық бөлімде келтірілген есептеулер мынаны көрсетеді бұл реттегішті автоматтандырылған басқару жүйесінде пайдалану бұл орынды, өйткені қысым реттегішін енгізу шығындары экономикалық тиімділікке қатысты шамалы мұнай құбырының желілік бөлігін жөндеу шығындарын азайту есебінен алынды.

Ұсынылған қысым реттегішін әзірлеу үнемдеуге мүмкіндік береді жылдық экономикалық тиімділікпен жылына 174980 теңге енгізу 1614480 теңге. Жүйенің өтелу мерзімі сегіз айды құрайды.

Еңбекті қорғау бөлімінде ұйымдастырушылық іс-шаралар көрсетілген қызмет көрсетуші персоналдың қауіпсіз жұмыс істеуі үшін қажетті мұнай айдау станциялары, өртке қарсы іс-шаралар келтірілген, басқару жүйесінің қауіпсіз еңбегін қамтамасыз ету жөніндегі қорғау шаралары технологиялық процестермен.

ПАЙДАЛАНЫЛГАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 В.М. Агапин, Б.Л. Юфин. Кривошейн, В.А. Тепловые и гидравлические расчеты трубопроводов для нефти и нефтепродуктов. – М.: Недра, 1981
- 2 Алиев Р.А., Немудров А.Г., Белоусов В.Д., Яковлев Е.И., Юфин В.А. Трубопроводный транспорт нефти и газа. – М.: Недра, 1988
- 3 Бакаев А.А., Ивонина Д.С. Олейрш Г.Б., Математическое моделирование при проектировании магистральных трубопроводов. – Киев: Наукова Думка, 1990
- 4 Губин В.В. Губин В.Е., Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. – М.: Недра, 1982
- 5 Гусейнзаде М.А., Юфин. В.А. Неустановившееся движение нефти и газа в магистральных трубопроводах. – М.: Недра, 1981
- 6 Смагулов Ш.С., Жумагулов Б.Т., Евсеева А.У., Нестеренкова Л.А. Трубопроводный транспорт высоковязких и высокозастывающих нефтей. – Алматы: НИЦ «Галым», 2002
- 7 Зайцев Л.А. Регулирование режимов работы магистральных нефтепроводов. М.: Недра, 1982
- 8 Логинов В.И., Исакович Р.Я., Попадько В.Е. Автоматизация производственных процессов нефтяной и газовой промышленности. – М.: Недра, 1983
- 9 Тугунов П.И. Кривошейн Б.Л., Магистральный трубопроводный транспорт. – М.: Наука, 1985
- 10 Меерова М.В. Многосвязные системы управления. – М.: Наука, 1990
- 11 Надиров Н.К., Каширский А.И. и др. новые нефти Казахстана и их использование: техника и технология нефтепроводного транспорта. – Алматы: Наука, 1983
- 12 Новоселов В.Ф., Нечваль М.В., Тугунов П.И. Последовательная перекачка нефтей и нефтепродуктов по магистральным трубопроводам. – М.: Недра, 1976
- 13 Дранговский Ю.М., Владимирский А.И., Зайцев Л.А., Ливанов Ю.В. Автоматизация и телемеханика магистральных нефтепроводов. – М.: Недра, 1976
- 14 Новоселов В.Ф. Тугунов П.И., Типовые расчеты при проектировании эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов. – М.: Недра, 1981