

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қ.Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі институты

«Мұнай инженерия» кафедрасы

Мұратбек Марал, Әбдіразақ Ерғали, Байжұман Архат

Тақырыбы: «Бейнеу станциясының жоғары қысымды газ құбырын жобалау»

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5В070800-Мұнай-газ ісі

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

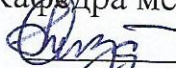
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қ.Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі институты

«Мұнай инженерия» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

 М.К.СЫЗДЫКОВ

« 14 » 05 2019ж

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА


Тақырыбы: «Бейнеу станциясының жоғары қысымды газ құбырын жобалау»

5B070800-Мұнай-газ ісі

Орындаған: Мұратбек Марал, Әбдіразақ Ерғали, Байжұман Архат

Ғылыми жетекші

PhD, профессор

 Бекбауов Б.Е.

« 10 » 05 2019ж

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті


Қ.Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі институты

«Мұнай инженерия» кафедрасы

5B070800-Мұнай-газ ісі

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

 М.К.СЫЗДЫКОВ

«25/01» 2019ж.

**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушылар Мұратбек Марал Оралқызы,

Әбдіразақ Ерғали Сейтжаппарұлы, Байжұман Архат Дәулетұлы

Тақырыбы «Бейнеу станциясының жоғары қысымды газ құбырын жобалау»

Университет ректорының «17» қазан 2018 ж. № 1167-б бұйрығымен
бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «6» мамыр 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері диплом алды практиканы өту
кезіндегі жиналған материалдар

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

- а) Техника және технологиялық бөлім
- ә) Арнайы бөлім
- б) Экономикалық бөлім
- в) Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі
- г) Қоршаған ортаны қорғау бөлімі

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

«Бейнеу-шымкент» магистралдық газ құбырының сызбасы, компрессорлық
станцияның бас жоспары

Ұсынылатын негізгі әдебиет 13 атау

Дипломдық жобаны (жұмысты) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Техника-технологиялық бөлім	25.04.19-27.04.19	
Арнайы бөлім	25.04.19-29.04.19	
Экономикалық бөлім	29.04.19-01.05.19	
Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі	02.05.19-04.05.19	
Қоршаған ортаны қорғау бөлімі	02.05.19-04.05.19	

Дипломдық жоба (жұмыс) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жобаға (жұмысқа) қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Техника-технологиялық бөлім	PhD, профессор Бекбауов Б.Е.	10.05.19	
Арнайы бөлім	PhD, профессор Бекбауов Б.Е.	10.05.19	
Экономикалық бөлім	PhD, профессор Бекбауов Б.Е.	10.05.19	
Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі	PhD, профессор Бекбауов Б.Е.	10.05.19	
Қоршаған ортаны қорғау бөлімі	PhD, профессор Бекбауов Б.Е.	10.05.19	
Норма бақылау	PhD, профессор Бекбауов Б.Е.	10.05.19	

Ғылыми жетекші Бекбауов Б.Е.

Тапсырманы орындауға алған білім алушылар Мұратбек М.О.
 Әбдіразақ Е.С.
 Байжұман А.Д.

Күні " 10 " 05 2019

АҢДАТПА

Болашаққа жобаланып отырған компрессорлық станциясы, жоғары қысымды газ құбырлары, осы құбырлардағы коррозиямен күресу Бейнеу стнациясының нысаны бойынша осы дипломдық жобада қарастырылады.

Атқарылған жұмыс барысында зерттеулер, талдаулар жасалды, жобалаудың бағыты мен мерзімі анықталды.

Жобаның негізінде Бейнеу станциясындағы маңызды техникалық жабдықтың бірі болып газ айдағыш агрегаттары дәлелденді. Өнімділігін анықтау үшін гидравликалық есептеулер жүргізілді. Сонымен бірге газ айдағыштың техникалық сипаттамасы, компрессорлы станцияға қосу сұлбалары, құбырдағы коррозиямен күресу сипатталып, түсініктеме берілген.

Дипломдық жобада тиімділік көрсеткіштері, қоршаған орта мен еңбек қорғау жөніндегі шаралар, технико-экономикалық параметрлеріне есептеулер жүргізіліп, қарастырылды.

Жабдықтың және оның бөлшектерінің сызбалары мен кестелері де бар.

АННОТАЦИЯ

Проектируемые на будущее компрессорные станции, газопроводы высокого давления, борьбы с коррозией на этих трубопроводах рассматриваются в данном дипломном проекте станции Бейнеу.

В ходе проведенной работы были проведены исследования, анализы, определены направления и сроки проектирования.

На основе проекта было доказано, что одним из важнейших технических средств на станции Бейнеу это газоперекачивающие агрегаты. Для определения производительности сделаны гидравлические расчеты. Кроме того, описаны технические характеристики газоперекачивающих агрегатов, схемы включения компрессорной станции, борьба с коррозией в трубопроводе.

В дипломном проекте рассмотрены показатели эффективности, мероприятия по охране окружающей среды и труда, расчеты технико-экономических параметров.

Имеется также чертежи и графики оборудования и его деталей.

ANNOTATION

Future compressor stations, high-pressure gas pipelines, corrosion control on these pipelines are considered in this graduation project of Beineu station.

In the course of this work, studies, analyses were conducted, directions and terms of design were determined.

On the basis of the project, it was proved that one of the most important technical means at the Beineu station was proven gas pumping units. Hydraulic calculations are made to determine the performance. In addition, the technical characteristics of gas pumping units, the scheme of the compressor station, the fight against corrosion in the pipeline are described.

The diploma project considered performance indicators, measures for the protection of the environment and labor, calculations of technical and economic parameters.

There are also drawings and graphs of the equipment and its parts.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	1
1 Техника және технологиялық бөлім	2
1.1 ББШ магистралды газ құбырының жобасы	2
1.2 Магистралды газ құбырының жіктелуі. Компрессор станциялар	4
1.3 Компрессорлық станцияның орналасуы	7
1.4 Компрессорлық станцияның технологиялық сызбасы	9
1.5 Компрессорлық станцияның негізгі жабдығы	11
1.6 Газ айдағыш агрегаттарды таңдау принциптері	12
1.7 Компрессорлық агрегаттардың өзара принципіалдық жалғану үлгілері	13
1.8 Компрессорлық станцияның көмекші жабдықтары және жүйелері	15
1.9 Компрессорлық станцияда газды тасымалдауға дайындау	18
2 Арнайы бөлім	24
2.1 Құбырды коррозиядан қорғауға арналған эластомерлі жабын	24
2.1.1 Эластомерлі жабынға сынақтар жүргізу	27
2.2 Жобаның гидравликалық есептеулері	28
2.3 Полемочевина және полиуретан негізді эластомерлі жабынның қызмет ету уақытын есептеу	33
2.4 Есептеулердің нәтижесі	35
3 Экономикалық бөлім	36
3.1 Жобаға кеткен басты салымдар	36
3.2 Қаржылық тиімділік анализі	37
4 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі	38
4.1 Компрессорлық станцияны жоспарлау және жайластыру	38
5 Қоршаған ортаны қорғау бөлімі	40
5.1 Атмосфераға әсері	40
5.2 Сулы ресурстарды қорғау	41
5.3 Литосфераға әсері	41
Қорытынды	42
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	43

КІРІСПЕ

Мұнай-газ кешенінің ауқымды дамуы, отын энергетикасы секторының және мұнай-газ-химиялық өнеркәсібінің негізін салушылардың бірі болып табылады. Бұл саланың дамуы ірі мұнай мен газ кен орындарының игерілуіне, сондай-ақ оларды енгізіп іске қосуына, компрессор және сорап станцияларының, қуатты мұнай-газ өнім өткізгіштері саласындағы ірі масштабты құрылысына, агрегаттардың, қондырғылардың тиімді үлгілерін пайдалануына ықпал етеді.

Газдың отын және химиялық өнім ретіндегі техникалық-экономикалық артықшылықтары оның үлкен қорымен қоса газ кәсіпшілігінің қарқында дамуына берік негіз қалады.

ҚР-ының мемлекеттік балансында 170 газ кен орыны ескерілген. Олардың ішінде 62-мұнай, 20-газ, 38-мұнай-газ, 13-газ конденсатты және 37-мұнай-газ конденсатты кен орындары бар. Жоғарыда айтылған 170 кен орындарынан жобаланбақ газ құбырлары үшін тек қана 17 – ін ғана негізгі газ көздері деп қарауға болады. Өз кезегінде, ең жақын және жедел болашақтағы (2040 жылға дейін) салынатын, немесе пайдаланылатын газ құбырлары үшін 17 газ кен орынының бесеуі ғана пайдаға асатын сияқты - бұлар Теңіз, Королёвское, Қарашығанақ, Қашаған және Жаңажол (Кеңқияқпен бірге) газ кен орындары.

Газ кәсіпшілігінен шыққан газ тұтынушыға жеткенге дейін, магистралды газ құбырөткізгішінің ішкі кедергісін жеңу барысында қажетті қысымы мен температурасынан айырылады. Бұл өз кезегінде магистралды газ құбырөткізгіштің өткізу қабілетінің төмендеуіне әкеліп соғады. Газдың қысымын қалпына келтіріп және оны көтеретін компрессорлық станциялар болып табылады. Компрессорлық станциялар бас және аралық болып бөлінеді. Олардың арақашықтығы гидравликалық есептермен анықталады. Компрессорлық станцияның арасындағы қысымның ауытқуы сығымдау дәрежесі деп аталады. Сығымдау дәрежесі станциялардағы негізгі жабдықты таңдаудағы негізгі параметрлердің бірі болып табылады.

Компрессорлық станция бұл – табиғи газды дайындау және тасымалдау бойынша негізгі технологиялық процестерді қамтамасыз ететін күрделі инженерлік құрылыс. Ол магистралды газ құбырөткізгішінің құрылыс кешеніндегі басқарушы элемент болып табылады. Компрессорлық станцияның жұмыс көрсеткіштерімен газ құбырөткізгішінің жұмыс тәртібі анықталады.

Орнатылған жабдығы бойынша компрессорлық станциялар ортадан тепкіш, газмоторлық және аралас болып бөлінеді.

Қолданылатын жетек түріне байланысты газотурбиндік, газомоторлық және электрлік жетекті болып бөлінеді.

Сығымдалу сатыларға байланысты бір немесе көп сатылы сығымдау болып бөлінеді.

1 Техника және технологиялық бөлім

1.1 «Бейнеу – Бозой – Шымкент» магистралды газ құбырының жобасы

2010 жылдың желтоқсан айында «Бейнеу – Бозой – Шымкент» магистралды газ құбырының құрылысы басталды. Оның мақсаты Қазақстан Республикасының оңтүстік өңірлерін – Қызылорда, ОҚО, Жамбыл, Алматы облыстарын шетелдік газ тәуелдігінен құтқару, батыс Қазақстан өңірінен газды тасымалдау және «Қазақстан – Қытай» газ құбырына экспортты газды жеткізу болып табылады. Магистралды газ құбыры 1 жіпшелі және компрессорлық станциялардан тұратын болады. «Бейнеу – Бозой – Шымкент» магистралды газ құбырының жалпы ұзындығы – 1477 км.

«Бейнеу – Бозой» аймағының ұзындығы 311 км, құбыр диаметрі Д1067 мм, жоба бойынша қысымы 7,4 МПа;

«Бозой – Шымкент» аймағының ұзындығы 1143,2 км, құбыр диаметрі Д1067 мм, жоба бойынша қысымы 9,81 МПа;

Бұрмалау КС «Керейт» ұзындығы 22,5 км, 1420,7 км-ден, құбыр диаметрі Д1067 мм, жоба бойынша қысымы 9,81 МПа;

Магистралды газ құбырының жұмыс режимі үздіксіз және тәулік бойы, жылына 365 күн. Өткізу қабілетін ескере отырып 0,941, салыстырмалы жұмыс уақыты жылына 344 тәулік.

Пайдалану уақыты – 30 жыл.

Магистралды газ құбырының құрылысы 2 кезеңнен тұратын болады.

Құрылыстың бірінші кезеңі – магистралды газ құбырының бірінші кезеңінің құрылысы 2011 – 2013 ж. Техникалық талапқа сай №2-601-526, бастапқы нүкте «Бұхара – Орал» магистралды газ құбырына жалғанған 2 жіпшеден тұрады.

Жоба бойынша мынандай құрылыс нысандары салынбақ:

- «Бозой – Шымкент» магистралды газ құбыры.
- «Бозой» Компрессорлық станциясы, өнімділігі бмлрд. м³/жыл т
- Вахталық қалашық «Бозой», РЭУ Саксаул, Ақсуат, Қараөзек, Шорнақ.
- Газ өлшеу станциялары «Бозой», «Ақбұлақ», «Керейт»
- Құбыр қорлары бар қойма.
- Электрлік және Химиялық қорғанысы бар қондырғылар.
- Радиожелі.
- Диспетчерлік бақылау құралдары.

Құрылыстың екінші кезеңі – екінші кезең құрылысы 2013-2014 ж жобаланған.

Жоба бойынша мынандай құрылыс нысандары салынбақ:

- «Бейнеу – Бозой» магистралды газ құбыры, өнімділікті 10 млрд. м³/жыл жеткізу.
- «Қараөзек» қосымша компрессорлық станциясы.

Вахталық қалашық «Қараөзек»
«Бейнеу» Компрессорлық станциясы

Құрылыстың үшінші кезеңі – жобадан тыс, болашаққа көзделген.

Жоба бойынша бұл кезеңде магистралды газ құбырының өнімділігін 15млрд. м³/жыл арттыру мақсатында қосымша тағы үш компрессорлық станция салынбақ. Атап айтқанда «Саксаульс», «Ақсуат», «Шорнақ» компрессорлық станциялары.

«Бейнеу – Бозой – Шымкент» магистралды газ құбыры Қазақстан Республикасының Маңғыстау, Ақтөбе, Қызылорда, және Оңтүстік Қазақстан облыстарын басып өтеді. Жоба барысында магистралды газ құбырының маршруты инженерлік кеңестен кейін біршама өзгертілді. Бұл өзгерістердің артықшылығы:

- Күріш алқаптарын айналып өту схемалары өзгертілді;
- Озен, сор және балшықты жерлерді айналып өту схемалары;

Осы өзгерістерге байланысты магистралды газ құбырының ұзындығы 10,2км қысқарды.

Жобаланып отырған газ құбыры еліміздің мына аудандарынан өтеді:

Маңғыстау облысы:

- Бейнеу ауданы – 121,132км
- Облыс бойынша: 121,132км

Ақтөбе облысы:

- Байғанин ауданы – 123,311км
- Шалқар ауданы – 121,178км
- Облыс бойынша – 244,489км

Қызылорда облысы:

- Арал ауданы – 280,922км
- Қазалы ауданы – 90,190км
- Қармақшы ауданы – 117,330км
- Жалағаш ауданы – 31,811км
- Сырдария ауданы – 89,077км
- Қызылорда әкімшілігіне бағыну территориясы – 20,252км
- Шиелі ауданы – 116,261км
- Жаңақорған ауданы – 100,629км
- Облыс бойынша – 846,472км

Оңтүстік Қазақстан облысы:

- Түркістан әкімшілігіне бағыну территориясы – 100,907км
- Отырар ауданы – 18,197км
- Бәйдібек ауданы – 42,961км
- Ордабасы ауданы – 27,638км
- Сайрам ауданы – 49,120км
- Түлкібас ауданы – 25,750км
- Облыс бойынша – 264,750км

1.2 Магистралды газ құбырларының жіктелуі. Компрессор станциялары

Магистралды газ құбырлары былайша жіктеледі:

- газ келтіруші;
- ішкі;
- елді мекендік газ жүйесі;
- магистралды газ өткізгіштер.

Елді мекендік газ жүйесін кейде газ таратушы газ өткізгіш деп те айтады. Магистралды газ өткізгіштердегі жұмыс қысымы 1,2 МПа-дан кем болмауы тиіс. Олар жұмыс қысымына қатысты екі топқа бөлінеді:

- I-класс үшін $P=2,5\div 10$ МПа;
- II-класс үшін $P=1,2\div 2,5$ МПа.

Магистралды газ өткізгіштер қызметі мен құбыр диаметріне қатысты 5 категорияға бөлінеді:

V, I, II, III және IV категориялы.

Магистралды газ өткізгіштердің ұзындығы ондаған километрден мыңдаған километрлерге жетеді, ал диаметрі 150 мм-ден 1620 мм-ге дейін болады (басым бөлігі 720÷1620 мм аралығында).

Газ кен орындарынан тұтынушыларға газ жеткізіп беру жүйесі біртұтас технологиялық тіркесті желі болып табылады. Кен орынынан алдымен газ салалық коллектор арқылы газ дайындау қондырғысына келіп түседі. Ол жерде газ құрғатылады, механикалық қоспалардан, көмір қышқыл газынан, күкіртті сутектен тазартылады. Газ дайындау қондырғысы компрессор станциялары (КС) территориясында орналасады. Онан әрі қарай газ магистралды газ құбыры жүйесіне барады.

Магистралды газ өткізгіштердің ғимараттық құрамы мынандай:

- тармақтары, бекіткіш арматурасы мен желілік құрылымдары бар құбырөткізгіштің өзі;
- компрессор станциялар (бас құрылым (бас КС) және аралық КС);
- газ тарату (үлестіру) станциялары, олар газ қысымын тұтынушылардың жұмыс қысымына дейін азайтады;
- жер асты газ сақтау қоймалары. Олар ірі елді мекендердің, немес ірі газ тұтыну аудандарының маңында орналасады.

Газ тарату станцияларынан кейін газ елді мекендердің газ желісіне келіп түседі де, онан ары қарай тұтынушыларға жіберіледі. Газ тарату станцияларында магистралды газ құбырының соңы ретінде мынандай үрдістер жүргізіледі: газ қысымын белгіленген шамаға дейін азайту, сол қысымды автоматты түрде ұстап тұру және осы газ шығынын сандық түрде есептеп отыру. Одан басқа газ тарату станцияларында газды механикалық қоспалардан тазарту, тұтынушыға жөнелтілетін газды қосымша иістендіру (одоризация), сол сияқты құбырөткізгішті газ қысымының көрсетілген шектен асып кетуінен қорғау жүргізіледі. Газ тарату станцияларында газ қысымы азаятындықтан, газдың температурасы да төмендеп кетеді.

Нәтижесінде гидраттар пайда болып, реттеуші клапандар, бекіткіш арматура, бақылаушы-өлшегіш аспаптар мен құбырөткізгіштің өзі қатты суып кетіп, станция жұмысы бұзылуы мүмкін. Гидрат түзілдірмеу үшін газ тарату станцияларында метанолды автоматты түрде беру және газды қыздыру қарастырылған.

Компрессорлық станциялар магистралды газ өткізгіштің құрама бөлігі болып табылады. Олардың мақсаты станция шығысындағы газ қысымын арттыру арқылы газ өткізгіштің өткізу қабілетін көбейту, сол сияқты газды тасымалға дайындау.

Мақсаты мен магистралды газ өткізгіштегі орналасу жеріне қатысты компрессор станциялары бас және аралық болып екіге бөлінеді. Бас компрессорлық станциялар құбырдың газ өндірісі ауданында орналасқан бастапқы пунктінде, немесе ол пункттен біраз қашықтықта орналасады. Бас компрессорлық станцияда айдалатын газды тасымалға дайындау және оны есептік қысымға дейін жеткізу жүргізіледі. Аралық компрессор станциясы құбыр трассасы бойында 100-200 км қашықтық сайын орналасады. Ол қашықтықтар есептеу көмегімен табылады. Бас және аралық компрессор станцияларының принциптік технологиялық сұлбалары бірдей деуге болады, тек газды алыс тасымалға дайындау қондырғысы ғана оларда әртүрлі болады. Бас станцияда тасымалға дайындау толық жүргізіледі, яғни шаңнан тазарту, сусыздандыру, күкірттен, механикалық қоспалар, конденсаттар мен сұйық бөлшектерінен тазарту үрдістері өтеді. Ал аралық станцияда тек механикалық қоспалар, конденсаттар мен сұйық бөлшектерінен тазарту ғана жасалады.

Орнатылған қондырғыларға қатысты компрессор станциялары поршенді, ортадан тепкіш және аралас болып, ал газды сығу сатыларына қатысты бір сатылы және көп сатылы болып бөлінеді. Жетек түріне қатысты поршенді газ моторлы, ортадан тепкіш газ турбинді және ортадан тепкіш электр жетекті компрессор станциялары болады. Компрессор цехінде поршенді машиналарды тек паралель ғана қосады, ал ортадан тепкіш айдағыштарды тізбектей де, паралель де, тізбектей-паралель де қоса береді. Жиі қолданатын айдағыштар: бір агрегаттағы сығылу дәрежесі $1,2 \div 1,3$ болатын ортадан тепкіш айдағыштар, немесе бір агрегаттағы сығылу дәрежесі $1,45 \div 1,5$ болатын газ турбинді және электр жетекті айдағыштар. Өткізу қабілеті тәулігіне $0,5 \div 10$ млн м^3 болатын газ өткізгіштерде бір агрегаттағы сығылу дәрежесі 2,5-ке дейін жететін газ моторлы, немесе электр жетекті поршенді компрессорларды қолданады. Бұл жерлердегі газдың сығылу дәрежесі дегеніміз агрегаттың шығысындағы қысымның оның кірісіндегі қысымға қатынасы.

Поршенді газ моторлы компрессорларда күштік бөлік пен компрессор бір агрегатқа біріктірілген, олардың сенімділігі өте жоғары, бірақ қуаты сондай көп емес (3700 кВт шамаға дейін). Сол себепті олар өткізгіштік қабілеті шамалы болатын газ құбырларында қолданады.

Ортадан тепкіш айдағышы және газ турбинді жетегі бар газ айдағыш агрегаттардың өнімділігі өте жоғары, оларды өткізгіштік қабілеті көп болатын газ құбырларында қолданады. Газ турбинді агрегаттардың поршенді газ моторлы компрессорларға қарағанда басқа да артықшылықтары бар: олар майды аз тұтынады, қуаты жоғары су салқындатқыштарысыз (кең көлемді градирнилер мен тазартқыш қондырғылардан тұратын) жұмыс істей алады. Газ турбинді агрегаттардың дірілі аз, ал ауаның төмен температурасында қуаттары көбейе түседі. Оларды алыстан басқару оңай. Әлсіз жағы олардың п.э.к. поршенді газ моторлы компрессорларға қарағанда аздау. Газ турбинді агрегаттардың қуаты 4000 - 25000кВт аралығында жатады.

Ортадан тепкіш айдағышы және электр жетегі бар газ айдағыш агрегаттардың бағасы аз, олар ықшам, аз орын алады, оларды автоматты басқару оңай, өртке қауіпсіз. Олардың әлсіз жері айдағышқа түсетін жүктеменің өзгерістеріне жеткілікті шыдамды еместігі және ауаның төмен температурасында қуаттары көбеймейтіндігінде. Сығылу дәрежелері $1,2 \div 1,3$, ал п.э.к. 0,21-0,28 аралығында.

Газ айдағыш агрегаттарды таңдағанда айдағыш түрі мен жетек сипаттамасына қатысты олардың техникалық-экономикалық көрсеткіштері, сол сияқты станциядағы көмекші жабдықтар ескеріледі. Жетек таңдағанда пайдалану шығыны қатты ескеріледі. Айта кететін бір жай, электр жетекті агрегаттың тұрақты шығыны, газ турбинді жетектегіден аз, оның 50-55%-ын ғана құрайды. Бірақ тұтынатын электр энергиясы газ турбинді жетек тұтынатын табиғи газ бағасынан көп қымбат.

Ең тиімді газ турбинді жетек. Бірақ компрессор станциялары мен ток көздері бір-біріне жақын орналасса (шамамен 30-50 км), онда электр жетек арзанға түседі.

Станциялардың технологиялық сұлбалары газ айдағыш агрегаттардың түріне, газ дайындау сұлбасын анықтайтын газ сапасына және басқа да факторларға байланысты. Бірақ барлығына ортағы газды сығуға қатысты станциялық құбыр желілерінің жүргізілу принципі мен газды өңдеу қондырғылары. Газды өңдеу қондырғылары газды шаңнан, тамшылы ылғалдан, күкіртті сутектен және майдан тазартуға, газды құрғатуға, салқындату мен иістендіруге арналған. Газды өңдеу қондырғыларының құрамына көмекші жүйелер: агрегатты салқындату, майлау, отынмен қамтамасыз ету, іске қосу (пуск), реттеу, агрегаттардың жұмысын бақылау мен оларды алыстан басқару жүйелері де кіреді.

Негізгі жабдық ретінде магистралдық газ құбырөткізгіштердің компрессорлық станцияларында поршендік немесе ортадан тепкіш компрессорларды қолдануға болады.

Ортадан тепкіш компрессордың артықшылықтары мен кемшіліктері:

Артықшылығы: өнімділігі жоғары, габариттік өлшемдері салыстырмалы түрде кіші, газдың берілісі бір қалыпты, қозғалатын бөлшектері динамикалық теңдестірілген, басқаруды толық автоматтандыру мүмкіндігі.

Кемшілігі: компрессор кірісіндегі помпаж құбылысының болуы.

Поршендік компрессорлардың артықшылықтары мен кемшіліктері:

Артықшылықтары: қызмет көрсету мерзімі салыстырмалы түрде үлкен, өнімділік пен қысымды үлкен диапозонда реттеу мүмкіндігі (айналу жиілігін өзгерту арқылы немесе өлі кеңістіктің көлемін өзгерту арқылы), мотордың газда жұмыс істеу мүмкіндігі.

Кемшіліктері: үлкен салмақ және үлкен габариттік өлшемдер, газдың берілісі бірқалыпсыз, қозғалатын бөлшектері динамикалық теңдестірілмеген, компрессорлық цилиндрдегі клапандар құрылысының күрделілігі.

Екі компрессорға жүргізілген талдау мен комплексті анализға байланысты, бұл жобада ортадан тепкіш компрессорды қолдану бекітілді.

1.3 Компрессорлық станцияның орналасуы

Газ кәсіпшілігінен шыққан газ тұтынушыға жеткенге дейін құбырөткізгіштің ішкі кедергісін жеңу кезінде қысымы төмендейді. Қысымның төмендеуі газ құбырөткізгішінің өткізу қабілетінің төмендеуіне әкеледі. Сонымен қатар, тасымалданатын газдың температурасы азаяды. Гидравликалық есеппен анықталған арақашықтық сайын газдың қысымын көтеретін аралық компрессорлық станциялар орнатылады. Компрессорлық станцияның арасындағы қысымның ауытқуы сығымдау дәрежесі деп аталады.

Сығымдау дәрежесі станциялардағы негізгі жабдықты таңдаудағы негізгі параметрлердің бірі болып табылады.

Газ құбырының соңғы бөлігіндегі қысым компрессордың кірісіндегі қысымды көрсетеді. Ал газ құбырының бастапқы бөлігіндегі қысым компрессордың шығысындағы қысымды көрсетеді.

Қазіргі заманғы компрессорлық станция бұл – табиғи газды дайындау және тасымалдау бойынша негізгі технологиялық процестерді қамтамасыз ететін күрделі инженерлік құрылыс. Магистралдық газ құбырөткізгішінің бойында компрессорлық станциялардың орнатылуы шартты түрде 1-суретте көрсетілген. Бұл суретте, сондай-ақ, компрессорлық станциялар арасындағы қысым мен температураның ауытқуы көрсетілген.

Компрессорлық станция магистралдық газ құбырөткізгішінің құрылыс кешеніндегі басқарушы элемент болып табылады. Компрессорлық станцияның жұмыс көрсеткіштерімен газ құбырөткізгішінің жұмыс тәртібі анықталады.

Компрессорлық станциялар атқаратын қызметі бойынша келесі түрлерге бөлінеді:

- 1) Магистралдық газ құбыр өткізгішіндегі компрессорлық станциялар(КС);
- 2) Сығымдау компрессорлық станциялары;
- 3) Газ толтыру компрессорлық станциялары;

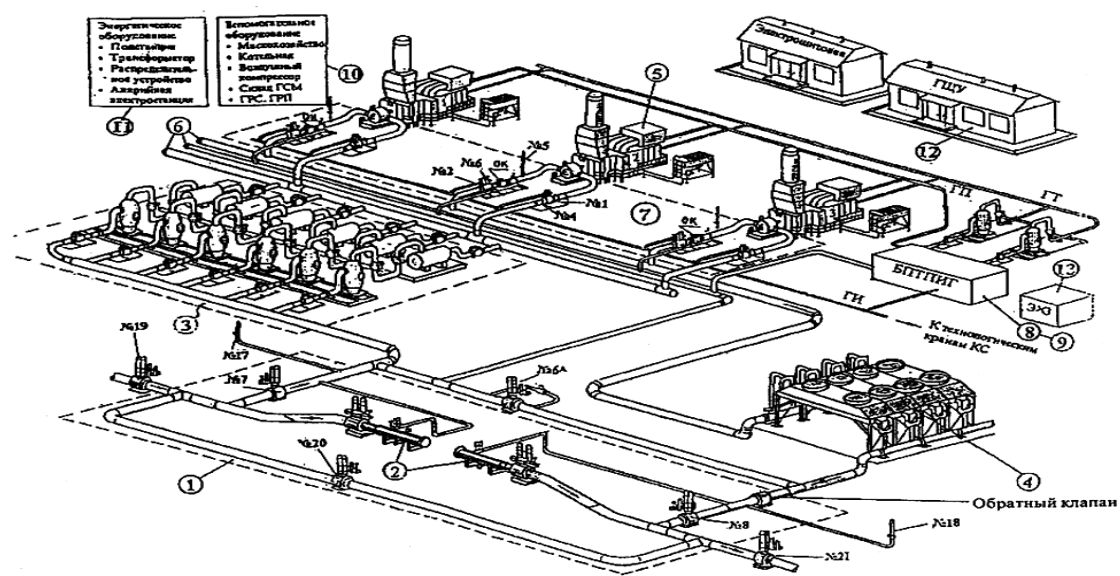
Магистралдық газ құбырөткізгіштеріндегі компрессорлық станциялар басты және аралық болып бөлінеді.

Басты компрессорлық станциялар тікелей газ кен орнының жанында магистралдық газ құбырөткізгішінің басында орнатылады. Газды өндіру барысында кен орнындағы қабат қысымы төмендеп, газды өз қысымымен тасымалдау мүмкін болмай қалады. Сондықтан қажетті қысым мен берілісті ұстап тұру үшін басты компрессорлық станция тұрғызылады. Басты компрессорлық станцияның аралық компрессорлық станциядан айырмашылығы – оның сығымдау дәрежесі үлкен және онда технологиялық газды дайындау сапасына жоғары талаптар қойылады.

Аралық компрессорлық станциялар әдетте 100-150км сайын орнатылады. Олардың міндеті-жобалық тапсырмаға сәйкес қысымды қамтамасыз ету.

Сығымдау компрессорлық станциялары мұнай немесе газ кен орындарында немесе газды жер асты сақтау қоймаларының жанында орнатылады. Бұл станциялар ерекшелігі – сығымдау дәрежесі өте жоғары.

Газ толтыру компрессорлық станциялары шағын ыдыстарға газды үлкен қысыммен толтыруға арналған. 1-суретте компрессорлық станцияның негізгі жабдықтарының орналасу сұлбасы көрсетілген.



1 сурет – Компрессорлық станцияның негізгі жабдықтарының орналасу сұлбасы

Бұл сурет бойынша негізгі жабдықтар құрамына кіретіндер: 1 – КС-ң магистралды газқұбырына жалғану торабы; 2 – магистралды газ құбырының жіберу және қабылдау түйіндері; 3 – құрамында шаңұстағыштар мен фильтр-сепараторы бар, газ тазалау құрылғысы; 4 – технологиялық газды салқындату құрылғысы; 5 – газайдағыш агрегаттар; 6 – компрессорлық станцияның

технологиялық құбырлары; 7 – технологиялық құбырлардың бекіткіш арматурасы; 8 – отындық және іске қосу газдарын дайындау жүйесі; 9 – импульсті газды дайындау жүйесі; 10 – әртүрлі көмекші құрылғылар; 11 – энергетикалық қондарғы; 12 – негізгі басқару пункті және телемеханика жүйесі; 13 – электрохимиялық қорғаныс құрылғысы; [1]

1.4 Компрессорлық станцияның технологиялық сұлбасы

Газды айдау бойынша операциялардың жүргізілуін қамтамасыз ететін коммуникациялардың принципиалдық үлгі – сызбасы технологиялық деп аталады. Технологиялық үлгі – сызбаларды жасау кезінде келесі негізгі үш талап қойылады: үлгілердің қарапайымдылығы, технологиялық құбырөткізгіштердің ұзындығын мүмкіндігінше қысқарту және құбырөткізгіштегі ашып – жабу арматурасының санын мүмкіндігінше қысқарту.

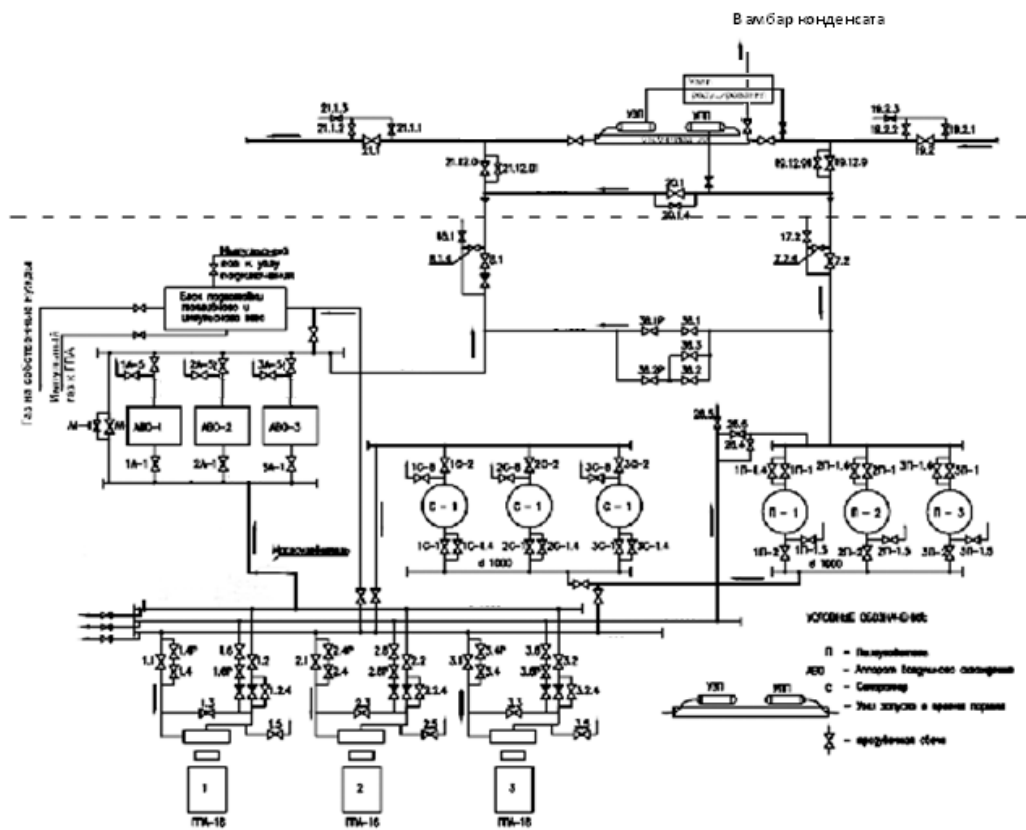
Бұл жоба бойынша компрессорлық станцияда блоқты – контейнерлі жүйе қарастырылған.

Төменде газотурбинді жетегі бар, ГАА орналастырылған компрессорлық станцияның жалпы көрінісі көрсетілген.(2-сурет)



2 сурет – Газотурбинді жетегі бар, ГАА орналастырылған КС-ң жалпы көрінісі

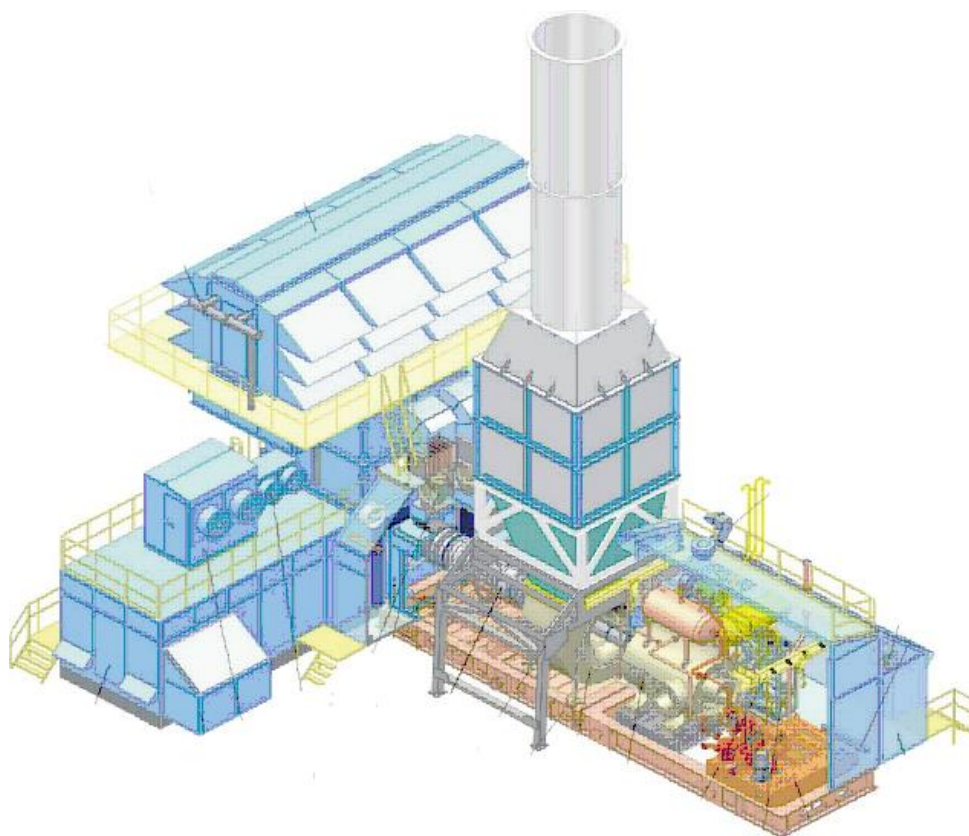
Төменде газотурбинді жетегі бар, ГАА орналастырылған компрессорлық станцияның технологиялық үлгі - сызбасы көрсетілген. (3-сурет)



3 сурет – Газотурбинді жетегі бар, ГАА орналастырылған КС-ң технологиялық сызбасы

Компрессорлық станцияның құрылыс құрамы:

1. Бір немесе бірнеше компрессорлық цех;
2. Электрлік немесе трансформаторлық подстанция;
3. Газды тасымалдауға дайындау қондырғылары;
4. Сумен қамтамасыз ету жүйесі (өрт сөндіру жүйесімен қоса алғанда);
5. Ішкі және алыс байланыс жүйесі;
6. Майды регенерациялау қондырғыларын қоса алғандағы майлау жүйесі;
7. Жанар-жағармай қоймалары;
8. Механикалық шеберханалар;
9. Химиялық зертханалар;
10. Технологиялық құбыр өткізгіштер;
11. Қабылдау және айдау коллекторлары;
12. Материалдық қойма;
13. Тұрмыстық- әкімшілік ғимараттар;
14. Күзет жүйесі;
15. Бақылау өлшеу аспаптары және автоматика қалқандары;
16. Магистралдық құбыр өткізгішке жалғану торабы (қырғыштарды жіберу- қабылдау түйіндері). [5]



4 сурет – Газотурбинді жетегі бар, ГАС орналастырылған КС-ң үлгі сызбасы

КС-ң технологиялық сұлбасы келесідей технологиялық процесстерді қарастырады:

- Сығымдау алдында газды екі сатылы тазалау;
- Газды сығымдау;
- Сығымдаудан кейін, газды салқындату;
- Отынды, іске қосу және импульсті газды дайындау;
- Газды тазалау құрылғыларын дайындау;

1.5 Компрессорлық станцияның негізгі жабдығы

Компрессорлық станцияның жабдықтары негізгі және көмекші болып бөлінеді. Негізгі жабдықтарына магистралдық құбырөткізгішке газ айдайтын компрессор және оның жетегі, ал көмекші жабдыққа негізгі жабдықтың қалыпты жұмысын қамтамасыз ететін майлау жүйесі, біліктерді нығыздау жүйесі, салқындату жүйесі, автоматика және бақылау-өлшеу құралдарының жүйесі жатады.

Айдау режиміне байланысты: орташа жылдық, жаздық, қыстық, апаттық, компрессорлық станцияда газ айдағыш агрегаттардың саны анықталады. Ол барлық режимдердің дұрыс жұмыс істеуіне, оларды қадағалар тұруға мүмкіндік береді. Есептеуге жаздық режим қабылданған.

Негізгі жабдықты таңдау кезінде агрегаттардың артықшылықтары мен кемшіліктері салыстырылады және техника – экономикалық негіздеме жасалады.

1.6 Газ айдағыш агрегаттарды таңдау принциптері

1) Есептеулерге сәйкес, орнатылған ГАА үлкен көлемдегі газды, алыс өңірлерге бірқалыпты, жоғарғы тиімділікпен тасымалдауды қамтамасыз ету керек.

2) Агрегаттарға жасалған комплексті анализдан кейін, олардың ішінен техникалық деңгейге, жоғары сенімділікке, экономикалық тұрғыдан тиімділікке, электр энергиясын үнемдеу параметрлеріне сай келетіндері іріктеліп адынады. Агрегаттар пайдалану, жөндеу кезінде ыңғайлы және үнемділікті қамтамасыз ету қажет.

3) Пайдалану, техникалық күтім кезінде қиындықтар тудырмас үшін, әр станцияда бір модельден жасалған газ айдағыш агрегаттар пайдаланылуы тиіс. ГАА-р станцияның климаттық жағдайына байланысты таңдалады.

4) Агрегаттарды пайдалану тәжірибесіне сай және де ББШ магистралды газқұбырының параметрлерін ескере отырып, газотурбинді құрылғыны компрессорлық станция аумағында жөндеуге мүмкіндік беру.

5) Компрессорлардың жұмыс істеу принципі бекітілген жұмыс тәртібіне сай келу керек. Тасымалданатын газ көлеміне қарамастан олардың ПӘК-і 85% төмен болмауы қажет және кез келген режимде жоғарғы тиімділікпен жұмыс істеуі керек.

6) Болашақта тендер мен сатып алуды оңай жүргізу үшін, техникалық талаптарға сай, газайдағыш агрегаттармен қамтамасыз ететін, жоқ дегенде 2 әлемге танымал зауыдты таңдау қажет.

Магистралдық газ құбырөткізгіштеріне қолданылатын газ айдау агрегаттарына келесі талаптар қойылады:

- Компрессорлық станцияда сығымдау дәрежесін үлкен диапозонда өзгерту мүмкіндігі;
- Агрегаттардың жұмыс істеу орнықтылығы;
- Газ айдау агрегатының автономдылығы;
- Газ айдау агрегатының үнемділігі;
- Жұмыс тәртібін жылдам өзгерту мүмкіндігі;
- Газ айдау агрегатының экологиялық тазалығы;

1.7 Компрессорлық агрегаттардың өзара принципиалдық жалғану үлгілері

Газ құбырының өнімділігі және құбырдағы қысым ауытқуы өзгерген кезде бір компрессорлық агрегаттың қуаты жетпейтіндіктен бірнеше компрессорлық агрегат қойылып, тізбекті, параллель немесе аралас жалғану үлгілері қолданылады.

Тізбекті жалғану кезінде қысым тізбекті жалғанып тұрған компрессорлық агрегаттардың санына қарай жоғарылайды. Ал, беріліс бір агрегаттың берілісіне тең болып қалады.

Параллель жалғану кезінде беріліс параллель жалғанып тұрған компрессорлық агрегаттардың санына қарай жоғарылайды. Ал, қысым бір агрегат тудыратын қысым мәніне тең болады.

Аралас жалғану кезінде өнімділік пен қысымды жоғарылатуға немесе төмендетуге болады.

Біздің компрессорлық станциямызда ортадан тепкіш компрессорлар қолданылады. Сығымдау дәрежесі 1,1 жоғары болатын, ортадан тепкіш компрессорларды, ортадан тепкіш айдағыштар деп атаймыз. Олар толық арынды және толық арынсыз болып, 2-ге бөлінеді.

Толық арынсыз ортадан тепкіш айдағыштардың сығымдау дәрежесі 1,23-1,25 болып келеді. Кей-кезде пайдалану барысында, екі сатылы немесе үш сатылы сығымдауды, яғни сығымдау дәрежесін 1,45 дейін арттыруды қажет етеді.

Толық арынды ортадан тепкіш айдағыштардың номиналды беріліс кезінде, роторлардың айналу жиілігі сығымдау дәрежесін 1,45-ке дейін жеткізеді. Толық арынды ортадан тепкіш айдағыштар өзара тек параллель жалғанады. Себебі олардың сығымдау дәрежесі үлкен.

Анализ нәтижелері бойынша, компрессорлық станциямызда газотурбинді жетегі бар, газ айдағыш агрегатты, параллель жалғау үлгісі қабылданды.

Газ магистралдық газ құбырөткізгішінен шығыстағы сақтандыру краны №19 арқылы өтіп компрессорлық станцияның магистралдық газ құбырөткізгішіне жалғану торабына келеді. Жалғану торабында орналасқан №7 кран компрессорлық станцияны автоматты түрде магистралды газ құбырөткізгішінен өшіруге арналған. Кіріс тізбегінде компрессорлық станцияның барлық технологиялық байланыстарын газбен толтыруға арналған №7р байпастық краны орнатылған. Магистралды газ құбырөткізгіші мен технологиялық коммуникацияларда қысымды теңестіргеннен кейін ғана №7р кранының көмегімен №7 кран ашылады. Бұл газодинамикалық соққыны болдармас үшін жасалатын шара.

Бірден №7 краннан кейін №17түтік краны орналасқан. Оның мақсаты профилактикалық жұмыстарды жүргізуде немесе авариялық жағдайда станцияның технологиялық коммуникацияларынан газды атмосфераға жіберу үшін қолданылады.

Осы крандардан өткен газ тазалау құрылғысына келіп түседі. Ол жерде шаңұстағыштар мен фильтр – сепараторлар орналасқан. Тазалау құрылғыларында газ механикалық қоспалардан және ылғалдан тазартылады.

Тазаланған газ $D_{ш}$ 1000мм құбырқткізгішпен компрессорлық цехтің қабылдау коллекторына келіп, ары қарай $D_{ш}$ 700мм құбырөткізгіші және №1 кран арқылы ортадан тепкіш айдағыштарға жіберіледі.

Сығымдалған газ кері клапанды өтіп, №2 шығыс краны және $D_{ш}$ 1000мм құбырөткізгіші арқылы ауамен салқындату аппараттарына жіберіледі. Одан ары тізбекпен газ $D_{ш}$ 1200мм құбырөткізгіш пен №8 ашық кран арқылы магистралдық құбырөткізгішке беріледі.

№8 кранның алдында орнатылған кері жіберу клапандары газдың кері ағысын болдырмас үшін орнатылады. Бұл газдың кері ағысы ортадан тепкіш айдағыштардың және турбинаның айналуына әкеліп соғуы мүмкін. Кезегінде бұл процесс КС-ны күрделі апатқа ұшыратады.

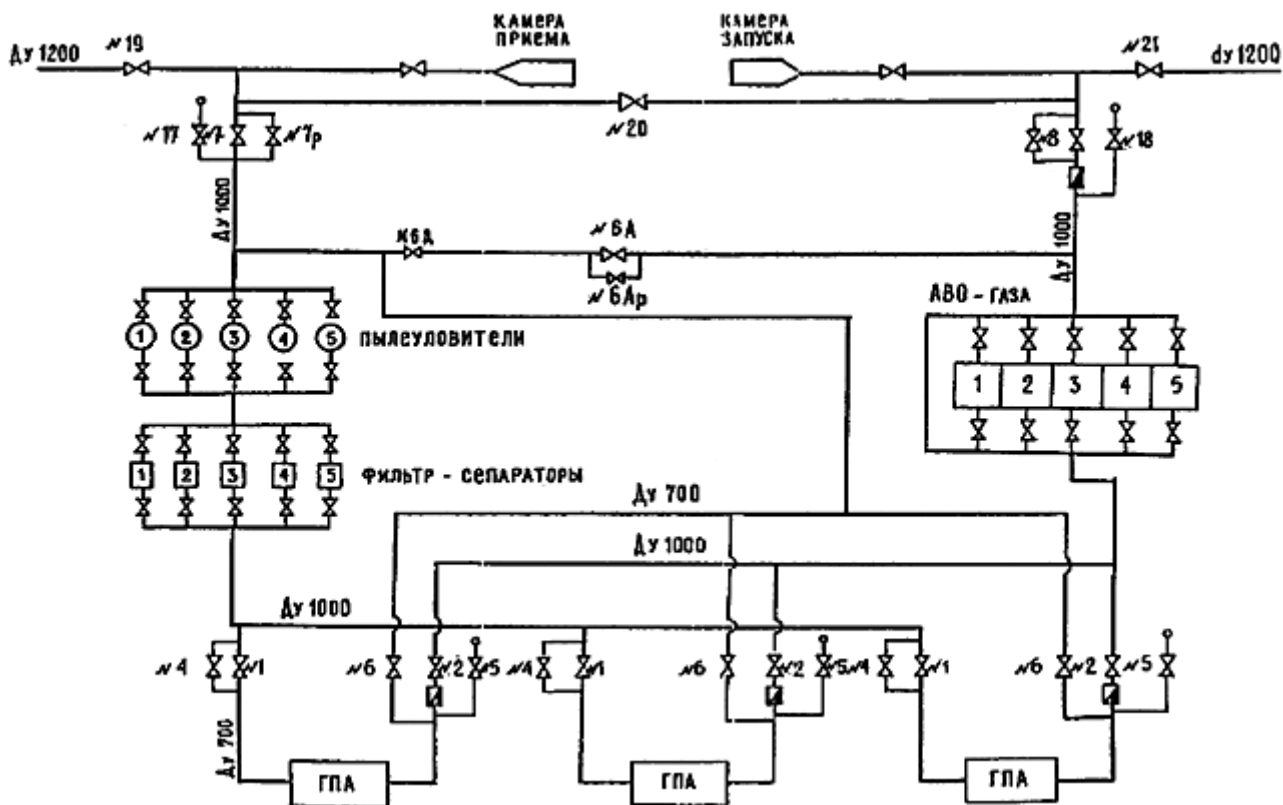
Жалғану торабында орналасқан №8 кранның жұмыс істеу принципі №7 кранмен сәйкес келеді. Ал №18 түтікті кран газды атмосфераға айдауға арналған.

Компрессорлық станцияның магистралдық құбырөткізгішіне жалғану торабында №20 кран орналасқан. Оның мақсаты компрессорлық станцияның жұмыс істемей тұрған кезінде газды транзиттік өткізу болып табылады.

Айдағыштың барлық крандары автоматты, қашықтықтан және қолмен басқаруға мүмкіндік береді.

Жалғану торабында тазалау құрылғыларын қабылдау және жіберу түйіндері орналасқан. Қырғыштар магистралды газқұбырөткізгіштің бойымен жүріп, оны механикалық қоспалардан, конденсаттан және ылғалдан тазартады.

Төменде ГАА параллель жалғанған КС-ң принципіалдық схемасы көрсетілген. (5-сурет)



5 сурет – ГАЗ параллель жалғанған КС-ң принципиалдық схемасы

1.8 Компрессорлық станцияның көмекші жабдықтары және жүйелері

Компрессорлық станцияның көмекші жабдықтары ретінде импульстік, отындық және іске қосу газдарының жүйелерін айтуға болады.

Импульстік газ деп ашып-жабу арматурасы жетектерінің пневмогидравликалық жүйелеріне қолдану үшін КС-ның технологиялық құбырөткізгіштерінен алынатын газ айтылады. Пневмо жетекті крандар технологиялық, отындық және іске қосу газдарының құбырөткізгіштеріне, газды бақылау-өлшеу және реттеу құрал-аспаптарына беруде орнатылады. Кран жетегінің пневмогидравликалық жүйесінде ашып-жабу шарының торабы жылжыған сайын сығымдалған газдың потенциалдық энергиясы механикалық жұмысқа айналады.

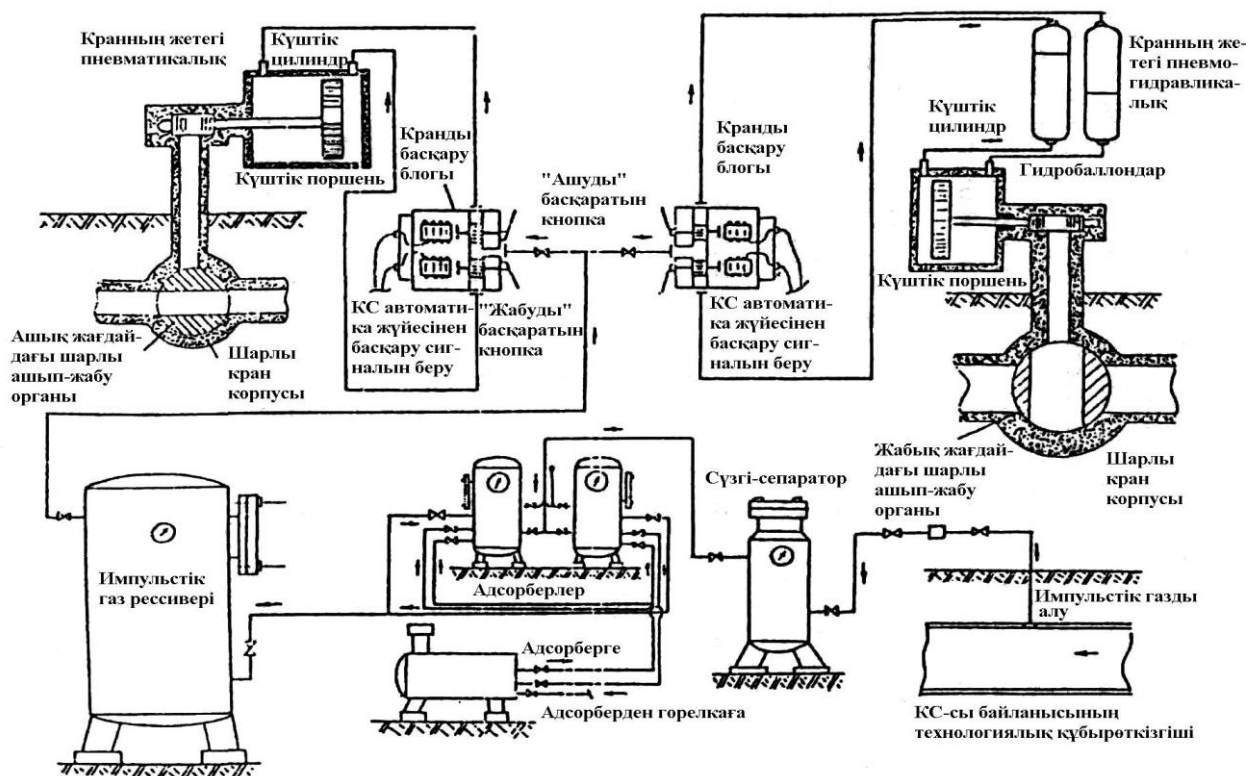
Импульстік газдың принципиалдық үлгі-сызбасы 6 суретте көрсетілген.

Импульстік газ КС-ның технологиялық құбырөткізгіштерінің үш нүктесінен алынады: №20-шы кранға дейін және одан кейін; КС-ның шығысында салқындату торабына дейін; КС-ның кірісінде тазалау торабынан кейін.

Одан ары импульстік газ құбырөткізгіші ортақ коллектормен біріктіріліп импульстік газды дайындау торабына түседі де онда тазаланып, құрғатылады.

Импульстік газды дайындау торабының құрамына сүзгі-сепараторлар, адсорберлер, жалындық қыздырғыш, газ рессивері, ашып-жабу арматурасы, бақылау-өлшеу құралдары, құбырөткізгіштер және иілгіш резина шлангілер кіреді.

Сүзгі-сепараторлар импульстік газды механикалық қоспалардан және ылғалдан тазалауға арналған. Адсорберлер газдағы суды сіңіру арқылы импульстік газды құрғатуға арналған. Ылғалды адсорбердің ішінде орналасқан адсорбент сорып алады. Адсорбент ретінде силикагель немесе цеолит қолданылады. Импульстік газды тазарту және құрғату дәңгейі сыртқы ауа температурасы төмен болғанда орындаушы механизмдердің тістесуін және қатуын болдырмауы қажет.



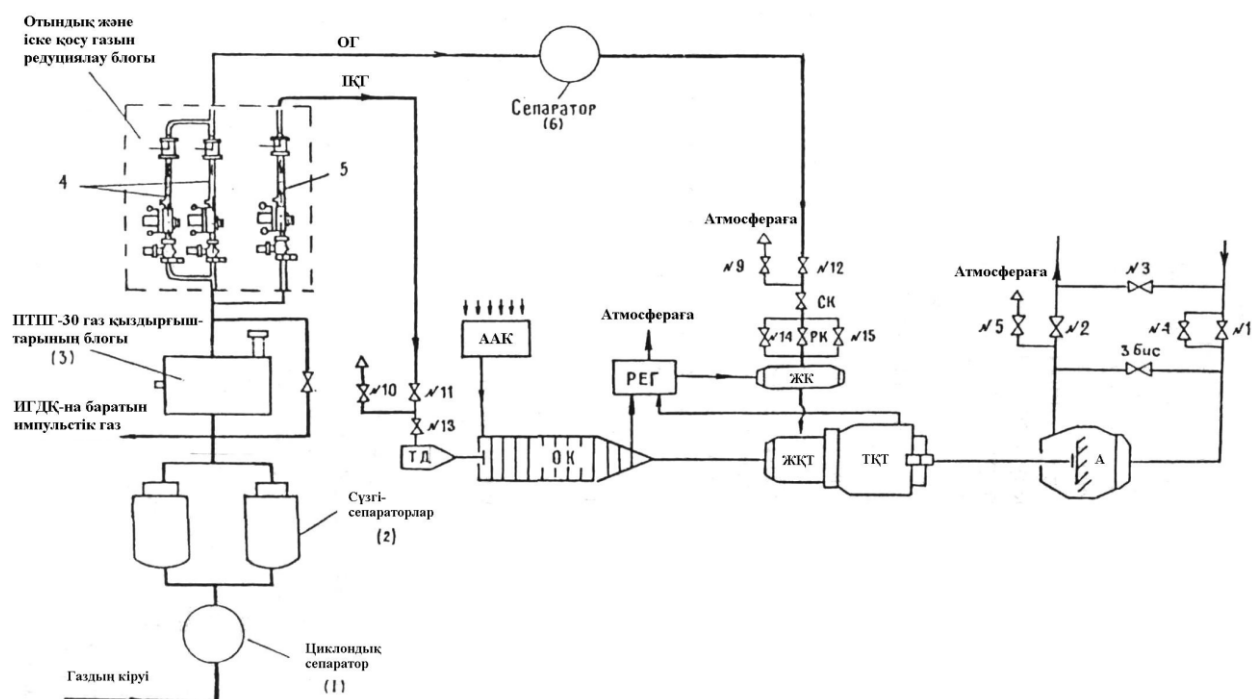
6 сурет – Импульстік газ жүйесінің принципиалдық үлгі-сызбасы

Әдетте, екі адсорбер болса, оның біреуі ылғал сіңіру тәртібінде жұмыс істейді де екінші адсорбер адсорбентті қалпына келтіру тәртібінде тұрады. Адсорбентті қалпына келтіру үшін газдың бір бөлігі жалындық қыздырғышта 300°C-ге дейін қыздырылып адсорберге беріледі. Себебі шекті ылғалдылыққа жеткенде силикагельдің сіңіру қасиеті жоғалады да оның адсорбциондық қасиеттерін қалпына келтіру үшін ыстық жылу тасығышты өткізу қажет. Силикагельдің құрғатылуы 2-3 айда бір рет жасалады. Газды қыздыру үшін жалындық қыздырғыш қолданылады. Силикагельдің регенерациялану уақыты 4-6 сағат, ал суытылу уақыты 2-4 сағат.

Отындық және іске қосу газдарының жүйесі жану камерасына және іске қосу қондырғысына (турбодетандер) газды беру алдында тазалаудан, құрғатудан өткізу үшін және қажетті қысымды ұстап тұру үшін арналған.

Отындық және іске қосу газдары импульстік газға ұқсас үш нүктеден алынады: №20-шы кранға дейін және одан кейін; шаңұстағыштардың шығыс коллекторынан; компрессорлық цехтың шығыс шлейфінде ауамен салындату аппараттарының алдында.

Отындық және іске қосу газдарының жүйесі блок түрінде орындалады (7 сурет). Ол келесі қондырғылардан тұрады: циклондық сепаратор, сүзгілі сепаратор, қыздырғыштар, іске қосу және отындық газдарының қысымын реттеу тораптары, құбырөткізгіштер, өлшеу құрылғылары, №9, 12, 14 және 15 крандары, сондай-ақ отындық жүйенің стопорлық, реттеу клапандары мен іске қосу қондырғысы немесе турбодетандер.



7 сурет – Отындық және іске қосу газы жүйесінің принципіалдық үлгі-сызбасы: ОГ-отындық газ; ІҚГ-іске қосу газы; ААК-ауа алу камерасы; ТД-турбодетандер; ОК-өстік компрессор; ЖК-жану камерасы; ЖҚТ-жоғары қысымды турбина; ТҚТ-төмен қысымды турбина; А-айдағыш; РЕГ-регенератор

Жүйенің жұмысы келесі түрде өтеді: КС-ның технологиялық құбырөткізгіштерінен алынған газ алдымен тазалау блогына немесе газ сепараторына 1 түседі. Тазалау блогында газ механикалық қоспалардан тазартылып, одан ары сүзгілі сепараторда 2 механикалық қоспалардың қалдығынан және тамшы түрдегі ылғалдан тереңдетіліп тазартылады. Одан

ары газ ПТПГ-30 түріндегі қыздырғышқа 3 түсіп 45-50°C-ге дейін қыздырылады. Жалындық қыздырғыш диэтиленгликоль ерітіндісіне батырылған жоғары қысымды газ құбырларының желісінен тұратын жылу алмастырғыш болып табылады. Диэтиленгликоль осы құрылғының жану камерасын қолдану арқылы қыздырылады.

Газдың қыздырылуы қысымды реттеу торабында құрылғылардың қатып қалуын болдырмау үшін және газотурбиндік қондырғыны реттеу жүйесінің орнықты жұмысын қамтамасыз ету үшін жасалады.

Қыздырылған газ қысымды реттеу торабынан өтеді. Қысымды реттеу торабының алдында газ екі ағысқа бөлінеді: біреуі іске қосу газының қысымын реттеу торабына 5, ал екіншісі отындық газ қысымын реттеу торабына 4 жіберіледі.

Отындық газ қысымы 0,6-2,5 МПа-ға дейін газотурбиндік қондырғының өстік компрессорынан кейінгі ауа қысымына сәйкес төмендетіледі.

Қысымды реттеу торабынан кейін газ сепараторға 6 түседі. Газ қысымы төмендеген кезде температураның төмендеуіне байланысты газда ылғал пайда болады. Сондықтан газ қосымша сепаратордан өткізіледі.

Ылғалдан тазартылған газ отындық коллекторға түсіп, қысымды реттеу клапандары арқылы жану камерасына беріледі. Жану камерасына отындық газ №12-ші кран, стопорлық және реттеу клапандары арқылы түседі. №14-ші және 15-ші крандары агрегатты іске қосу кезінде тұтату және кезекші горелкаларына қолданылады.

Іске қосу газының қысымы қысымды реттеу торабында 1-1,5 МПа-ға дейін төмендетіліп, №11-ші және 13-ші крандар арқылы турбодетандердің кірісіне беріледі.

Турбодетандерде қысымы атмосфералық қысымға дейін ұлғайған газ өстік компрессор мен жоғары қысымды турбинаның біліктерін айналдыруға жұмсалатын пайдалы жұмыс жасайды. [2]

1.9 Компрессорлық станцияда газды тасымалдауға дайындау

Ұңғыдан шыққан газ құрамында механикалық қоспалар, су булары, ауыр көмірсутектер, күкіртсутегі, көмірқышқыл газ кездеседі. Мұнай құбырөткізгішімен салыстырғанда газ құбырөткізгішіне механикалық қоспалар көбірек зиян келтіреді, себебі газдың жылдамдығы жоғары және газдың майлау қабілеті жоқ. Сондай-ақ, газ құрамындағы механикалық қоспалар ашып-жабу арматурасының, бақылау-өлшеу аспаптарының және құбырөткізгіштің төменгі нүктелерінде жиналып қалуы мүмкін.

Басты компрессорлық станцияларында, аралық компрессорлық станцияларында және газ үлестіру станцияларында міндетті түрде механикалық қоспадан тазартылу жасалады. Магистралдық

газқұбырөткізгішіне жіберу алдында газдың құрамындағы механикалық қоспаның мөлшері 5мг/м^3 –тан аспауы қажет.

Компрессорлық станцияда механикалық қоспадан тазарту үшін майлы шаң ұстағыштар, циклондық шаң ұстағыштар және сүзгі –сеператорлар қолданылады.

Майлы шаң ұстағыштың жұмыс істеу принципі:

Белгілі- бір жылдамдықпен келген газ төменгі келте құбыр арқылы шаң ұстағышқа кіреді. Алдындағы қалқаншаға соғылған газ бағытын өзгертіп шаң ұстағыштың төменгі бөлігіндегі май бетімен өтеді.

Майға соқтығысқан газдың құрамындағы механикалық қоспалар майға шөгіп қалады. Тазаланған газдың ағысы аралық түтікшелер арқылы шөгу секциясына өтеді. Шөгу секциясында газ жылдамдығының азаюы есебінен оның құрамында қалған механикалық қоспалар дренаждық түтікше арқылы төменгі секцияға түседі. Одан әрі лақтыру секциясына жеткен газ жалюзилерге соқтығысып жоғарғы келте құбыр арқылы шаң ұстағыштан шығып кетеді. Жалюзиге соқтығысу кезінде қалған механикалық қоспа және ілесіп кеткен май тамшылары ұсталып дренаждық түтікшемен төменгі секцияға түседі (8-сурет).

Циклондық шаң ұстағыштың жұмыс істеу принципі:

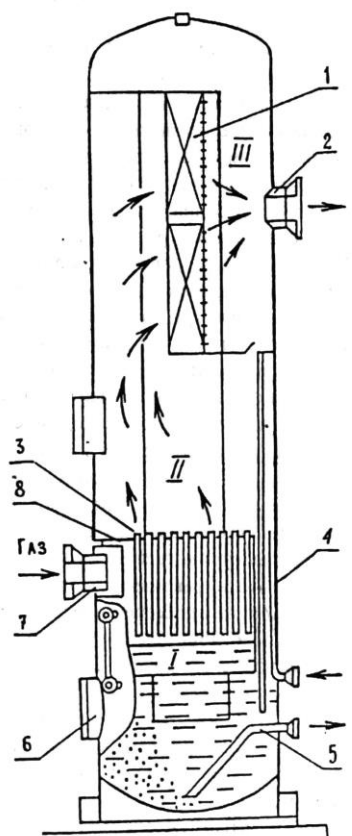
Төменгі келте құбыры арқылы шаң ұстағышқа кірген газ қалқаншалардың көмегі арқылы бағытын өзгертіп, шаң ұстағыштың ішінде жұлдызша ретінде орналасқан циклондарға кіреді.

Циклонның ішінде орналасқан түтікшенің сыртқы қабырғасымен айналымдық қозғалыс жасау кезінде газдың құрамындағы су түріндегі ылғал және механикалық қоспалар циклонның сыртқы құбырының перифериясына тебіледі.

Сыртқы құбырдың шетіне тебілген конденсат және механикалық қоспалар сыртқы құбырдың төменгі конустық бөлігі арқылы шаң ұстағыштың төменгі бөлігіне түседі (9-сурет).

Тазаланған газ циклонның ішкі құбыры арқылы шаң ұстағыштың жоғарғы лақтыру секциясына өтіп, жоғарғы келте құбыры арқылы келесі технологиялық операцияларға өтеді. Бұл шаңұстағыштың тазалау деңгейі 92-95%.

Циклондық шаң ұстағыштың тазалау деңгейі жоғары болмағандықтан екінші тазалау сатысы ретінде сүзгілі сепаратор қойылады.



8 сурет – Тік майлы шаңұстағыш: 1- сепараторлық қондырғы; 2-шығыс келтеқұбыры; 3, 4, 5- байланыс және дренаждық түтікшелері; 6-қақпақ; 7- кіріс келтеқұбыры; 8- лақтыру қалқаншасы

Күкіртсутегі атмосфералық ауада 0,2 %-ке жеткен кезде адамның есінен тандыруға апарады, одан аз концентрацияда улану тудырады. Өндірістік орындағы ауада күкіртсутегінің жіберілетін мөлшері 10 мг/м^3 -тен, тасымалданатын газдағы жіберілетін мөлшері 20 мг/м^3 -тен аспауы керек. Сондай-ақ, күкіртсутегі құбыр мен құрал-жабдықтың ішкі бетінің коррозиясын күшейтеді.

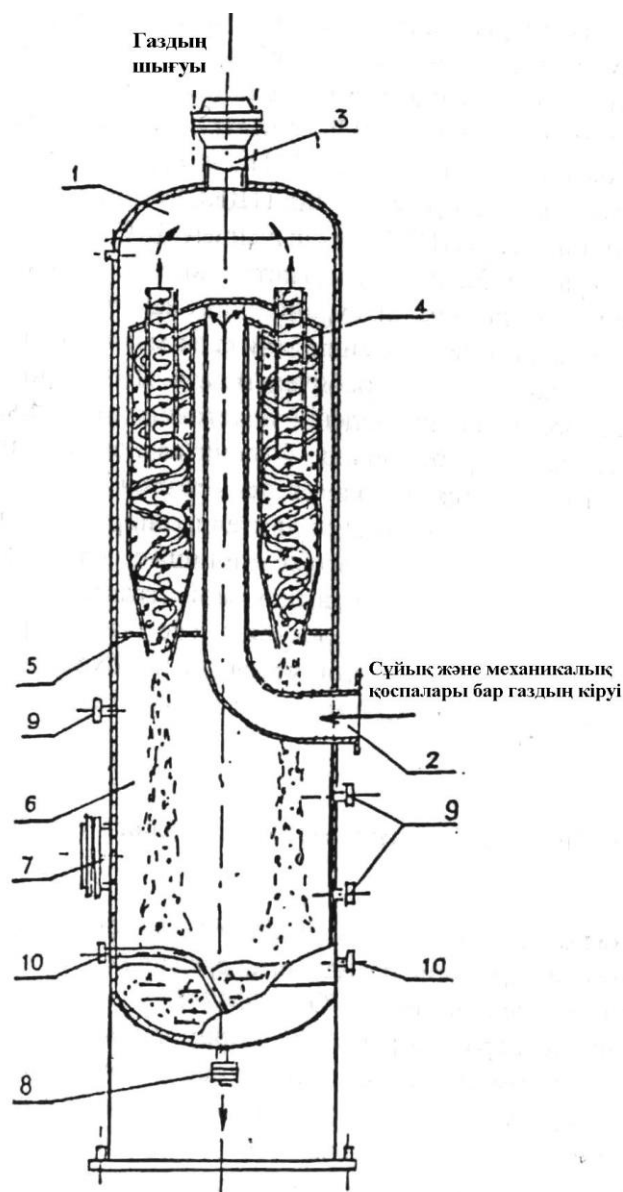
Көмірқышқыл газы бір жағынан улы, екінші жағынан табиғи газдың жану жылуын төмендетеді.

Сондықтан газ кәсіпшіліктерінде немесе басты компрессорлық станцияларда күкіртсутегінен және көмірқышқыл газынан тазарту жасалады.

Егер табиғи газда тек көмірқышқыл газы болатын болса, онда газдан жоғары қысымды су ағысын өткізу арқылы тазартуға болады. Себебі көмірқышқыл газы суда жақсы ериді.

Тасымалданатын газдың құрамындағы көмірқышқыл газының мөлшері 2%-н аспауы қажет.

Табиғи газды күкіртсутегінен және көмірқышқыл газынан кешенді түрде тазарту үшін этаноламиндердің судағы ерітінділері: моноэтанолламин (МЭА), диэтанолламин (ДЭА) және триэтанолламин (ТЭА) қолданылады.



9 сурет – Циклондық шаңұстағыш: 1-жоғарғы секция; 2-кіріс келтекұбыры; 3-шығыс келтекұбыры; 4-циклондар; 5-төменгі тор; 6-төменгі секция; 7-шығу қақпағы; 8-дренаждық штуцер; 9-бақылау аспаптарының штуцерлері; 10-конденсат төгу штуцері

Табиғи газ күкіртсутегі мен көмірқышқыл газынан тазартылғаннан кейін иіссіз, түссіз затқа айналады.

Оның ағындыларын анықтау және қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін газға жағымсыз иіс беретін заттар – одоранттар қосылады. Одорант физиологиялық қауіпсіз болуы керек, яғни газ желісі мен аспаптарының металдары мен материалдарына агрессивті емес және газдың құрама бөліктеріне инертті болуы тиіс. Одоранттар әдетте күкірті бар қосылыстар. Құрамы бойынша одоранттар меркаптандық (каптан, колодорант, метилмеркаптан, этилмеркаптан) және сульфидтік (триэтилсульфид, диметилсульфид, диметилдисульфид, тетрагидротион) болып бөлінеді.

КС-да негізінен көп қолданылатыны – этилмеркаптан (C_2H_5SH). Оның шығыны 1000 м^3 газға $16\text{ р } C_2H_5SH$ құрайды. Этилмеркаптанды газ ағысына енгізудің екі әдісі қолданылады: тамшылық; барботаждық.

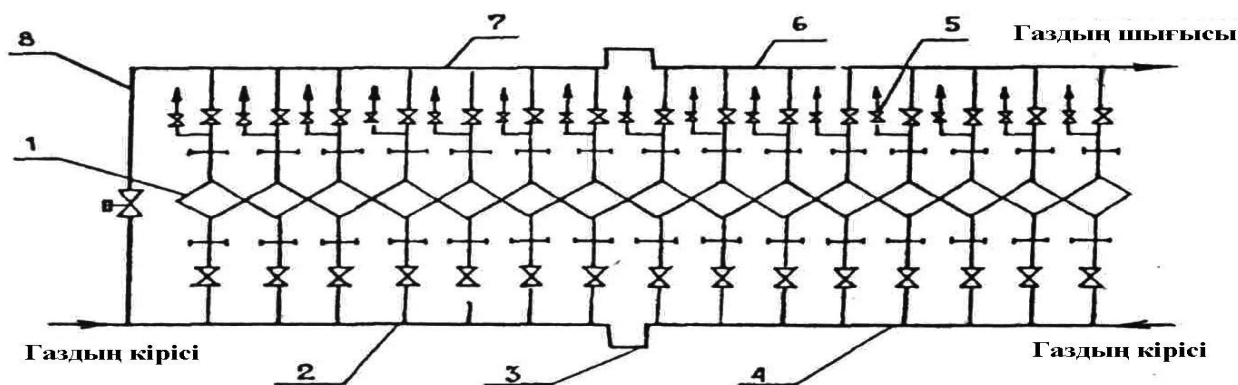
Компрессорлық станцияда газды сығымдау кезінде станция шығысында газдың температурасы жоғарылайды. Бұл температураның сандық мәні КС-ның кірісіндегі бастапқы мәнімен және газдың сығымдалу дәрежесімен анықталады.

Станция шығысында температураның шектен тыс жоғары болуы бір жағынан құбырөткізгіштің изоляциялық жабындысын бұзады, ал екінші жағынан технологиялық газдың берілісін төмендетеді және газды сығымдауға жұмсалатын энергия шығындары оның көлемдік шығынының жоғарылауына байланысты өседі.

КС-да ең көп қолданылатын ауамен салқындату аппараттарының (АСА) үлгі-сызбасы 10-суретте келтірілген. Бірақ атап өтетін бір жағдай – технологиялық газды салқындату тереңдігі сыртқы ауа температурасымен шектеледі, бұл әсіресе жазғы уақытта білінеді. Әрине, АСА-да салқындатылған газдың температурасы қоршаған сыртқы ауа температурасынан төмен болмайды.

Жылу алмастыру секцияларының және ауа айдайтын желдеткіштердің өзара орналасуы АСА-ның конструктивтік орындалуына тікелей әсер етеді. АСА-ның жылу алмастыру секциялары көлденең, тік, көлбеу және зигзаг түрінде орналасуы мүмкін, осы жағдай аппараттың жинастырылу түрін анықтайды.

АСА келесі түрде жұмыс істейді: тіректік металл конструкцияларда құбырлық жылу алмастыру секциялары бекітілген. Жылу алмастыру секцияларының құбырларымен тасымалданатын газ жіберіледі, ал жылу алмастыру секциясының құбыраралық кеңістігімен желдеткіштер арқылы сыртқы ауа айдалады. Желдеткіштер электрлік моторлардың көмегімен айналдырылады.



10 сурет – Газды ауамен салқындату аппараттарының өзара жалғануының үлгі-сызбасы: 1-газды ауамен салқындату аппараты; 2, 4, 6, 7-коллекторлар; 3-компенсаторлар; 5-түтіктер; 8-айналымдық тізбек

Газ сығымдалып шыққаннан кейін оның температурасы жоғарылайтындықтан магистралдық газ құбырөткізгішіне жібермес бұрын газды салқындату қажет. Салқындатылғаннан кейін газдың құрамындағы бу түріндегі ылғал сұйыққа айналады. Егер газ осы ылғалмен магистралдық газ құбырөткізгішіне жіберілетін болса, онда желілік бөлікте кристаллогидраттар пайда болады (салқын мезгілде) немесе газқұбырөткізгішінің төменгі бөліктерінде конденсат жиналып қалады да (жылы мезгілде) құбырөткізгіштің өткізу қабілеті төмендейді. Сондай-ақ құбырөткізгіштің тоттануы күшейеді. Осы жағдайларды болдырмас үшін компрессорлық станцияда газ құрғатылады. Табиғи газды құрғату үшін негізінен екі әдіс қолданылады:

- адсорбциялық;
- абсорбциялық.

Адсорбциялық әдісте газды құрғату үшін қатты сіңіргіштер, ал абсорбциялық әдісте сұйық сіңіргіштер қолданылады. Сұйық сіңіргіштерді қолданудың қатты сіңіргіштерді қолдануға карағанда артықшылықтары – жүйедегі қысымның ауытқулары төмен, қатты сорбенттерді ластайтын заттары бар газдарды құрғату мүмкіндігі, күрделі қаржылар мен пайдалану шығындары аз жұмсалады. Бірақ сұйық сіңіргішті қолданудағы құрғату деңгейі төмен және құрғатылатын газдың температурасы 313-323 К-нен аспауы қажет.

Адсорбция үш кезеңнен тұрады:

1. Газды құрғату (12-20сағ);
2. Адсорбентті регенерациялау (4-6сағ);
3. Адсорбентті суыту (1-2сағ).

Қатты сіңіргіш ретінде алюмагель, силикагель, белсенді боксит, гранула түріндегі адсорбенттер түріндегі агенттерді қолдануға болады. Сұйық сіңіргіш ретінде глицерин немесе көп қолданылатын диэтиленгликоль және триэтиленгликоль сияқты заттарды қолдануға болады. [3]

2 Арнайы бөлім

2.1 Құбырды коррозиядан қорғау арналған эластомерлі жабын

Құбырлардың сыртқы жабындары құбырдың тереңдетілгеніне немесе теңіз түбіне салынғанына қарамастан, іс жүзінде барлық құбырларда қолданылады. Негізгі мақсат-коррозиядан қорғау, бірақ бірқатар басқа сыртқы рөл атқаратын факторлар, мысалы, жолдар мен өзендердің өтуі кезінде басу әдісімен төселген құбырларды қажалудан қорғау. Дәстүрлі түрде тереңдетілген құбырларды коррозиядан қорғау үшін битум сондай-ақ "заманауи" көп қабатты полиэтилен немесе эпоксидті жабындар қолданылады. Құбыр салынған ортаның әсерінен 40 және одан да көп жыл бойы жабынның ұзақ тұрақтылығы қажет. Алайда, бұл жабындар мұндай қызмет мерзімдеріне шыдамайды. Жабынның қатпарлануы, оқшаулау астындағы коррозия және жабындардың механикалық зақымдануы-бұл негізгі проблемалар, уақыт өте келе құбырлардың сыртқы жабынында пайда болады. Егер тоттану немесе басқа зақымданулар құбыр үстіндегі жабындыны зақымдап, бірақ құбыр әлі қолдануға жарамды болса, бұл құбырларды қалпына келтіруге болады. Ескі жабынды жою, коррозияны тоқтату шаралары, құбыр бетін дайындау және жаңа жабынды жағу, ескі құбырдың қызмет ету мерзімін ондаған жылға ұзартуы мүмкін. Құбырды қалпына келтіру кезіндегі мінсіз жабын болатқа деген адгезия қасиетіне ие болу керек және оның жағуы үшін за уақыт жұмсалу керек. Шашып қолданылатын полимерлік жабындар өте тез қатады, болатқа жоғары адгезияға ие эластомерлер болып саналады. Принципті жаңа жоғары сапалы полимерлік жабындар айтарлықтай дәрежеде осы талаптарға жауап береді. Жаңа жабын, яғни эластомерлер полемочевина және полиуретаннан тұрады. Сыртқы құбыр жабыны ретінде эластомер келесі қасиеттерге ие болуы тиіс:

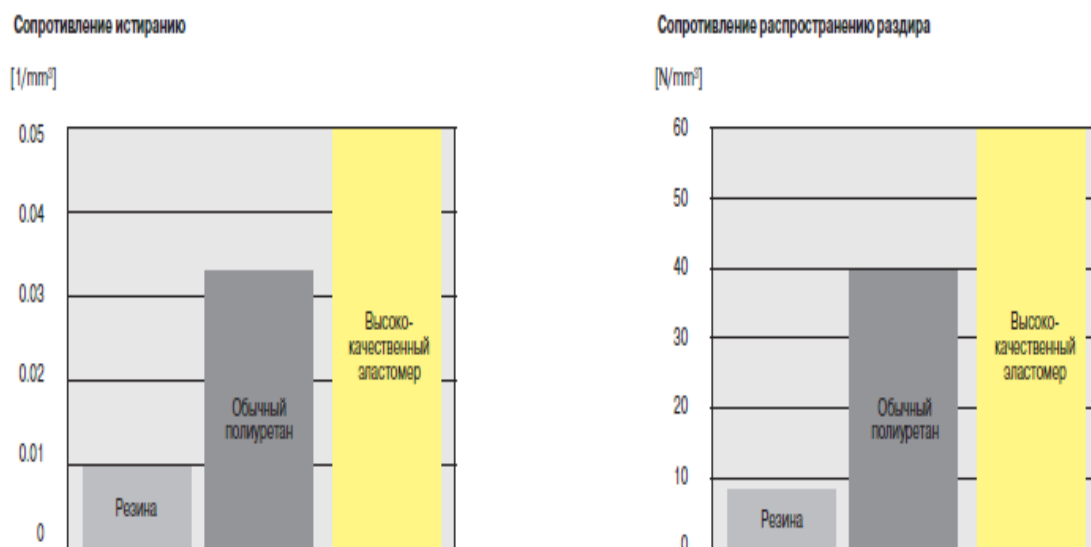
- қалыңдығы 1,5–5 мм қабат;
- шашу арқылы жағылу және еріткіштер болмау керек құрамында;
- жылдам кебуі;
- коррозиядан қорғаудың жоғары дәрежесі;
- механикалық қорғаныс және икемділік деңгейі жоғары;
- қабырғаға барынша мүмкін болат құбырға адгезия;

Бұрын полиуретандар жиі болат құбыр қабырғасымен күшті бекітуге ие болған жоқ. Бұдан басқа, полиуретандардың қатаю ұзақтығы 30-60 минут ішінде ауытқиды. Полиуретанға қарағанда полемочевинадан жасалған жабындар әлдеқайда тез қатады. Жаңа жабындар полиуретаннан және полимочевиннен жасалған терморективті материалдар (сондай-ақ олардың комбинациялары). Олар болатқа өте күшті адгезияға ие, тез қатады, коррозиядан қорғайды.

Полиуретан және полемочевина поликонденсация реакцияларынан алынады. Полимердің пайда болуы үшін белгілі бір температурада және

компоненттердің арақатынасында екі бастапқы химиялық қосылыстар мен бірқатар басқа шикізат материалдарын араластырады(жалпы саны 5-10 компонентке дейін). Қолда бар компоненттер мен компоненттердің арақатынасының үлкен санының арқасында көптеген комбинациялар алуға болады. Яғни, нақты "құрылыс жиынтығы" бар, онда материалдың қасиеттерін практикалық қажеттіліктерге алуға болады.

Полиуретанды және полимочевинді эластомерлердің маңызды физикалық қасиеттері 11-суретте көрсетілген.



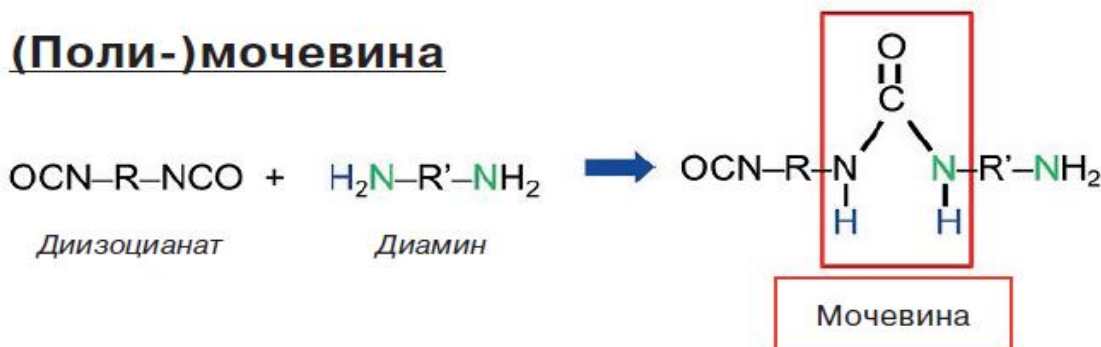
11 сурет-Эластомерлі жабынның физикалық қасиеті

12-суретте полиуретан мен полемочевинаның схема түріндегі химиялық құрамы көрсетілген.

(Поли-)уретан

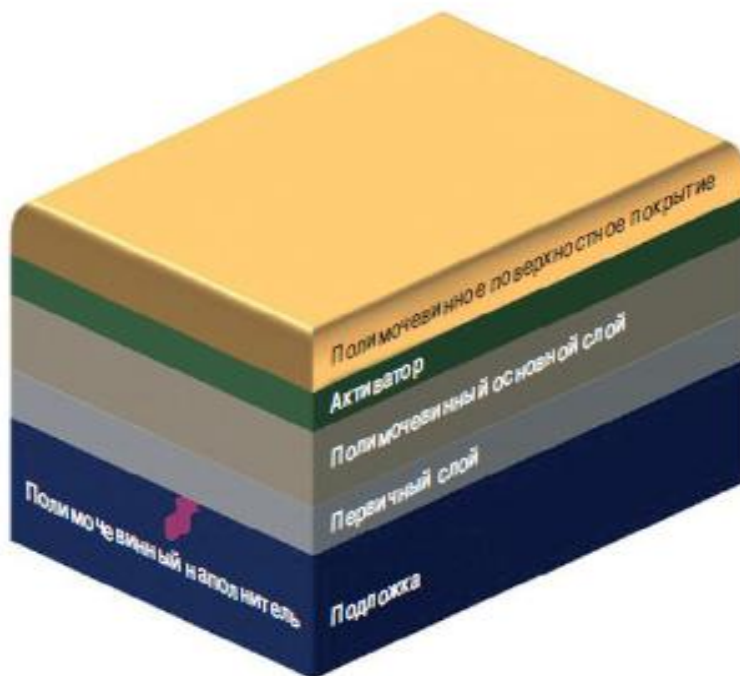


(Поли-)мочевина



12 сурет-полемочевина және полиуретанның химиялық құрамы

Полиуретанлы жабындар өте қысқа уақыт ішінде толық қатайтады. Демек, олар бірінші кезекте сыртқы қабаттарды қалпына келтіру үшін қолайлы дала жағдайында қолдануға тиімді болып саналады. 13-суретте шашып қолданылатын полиуретанлы жабынның құрылымы көрсетілген.



13 сурет- эластомерлі жабынның құрылымы

14-суретте жабынның шашып қолданылатын қондырғысы көрсетілген.

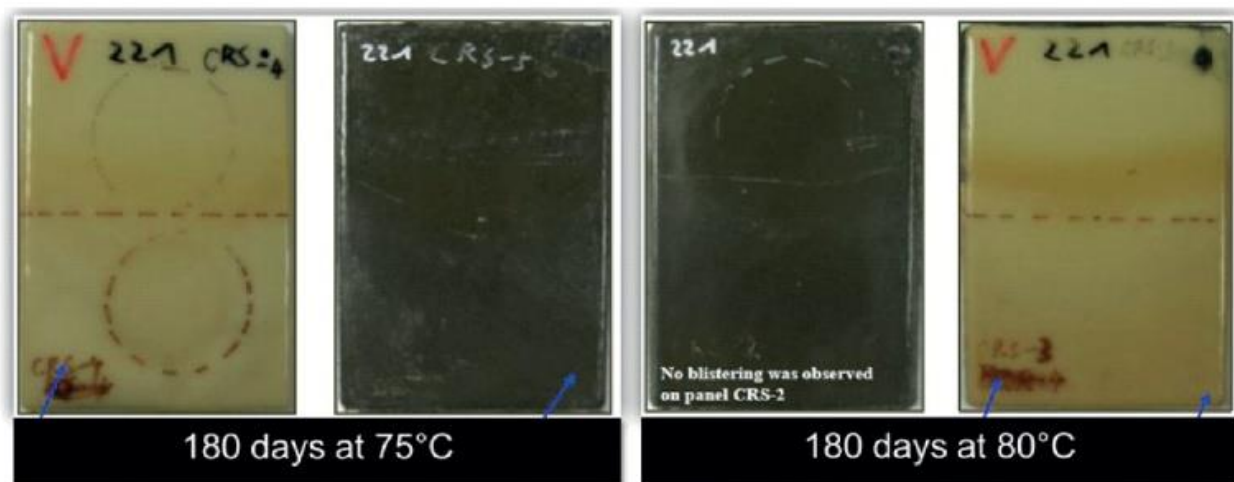


14 сурет-эластомерлі жабынды шашу үшін қолданылатын қондырғы

2.1.1 Эластомерлі жабынға сынақтар жүргізу

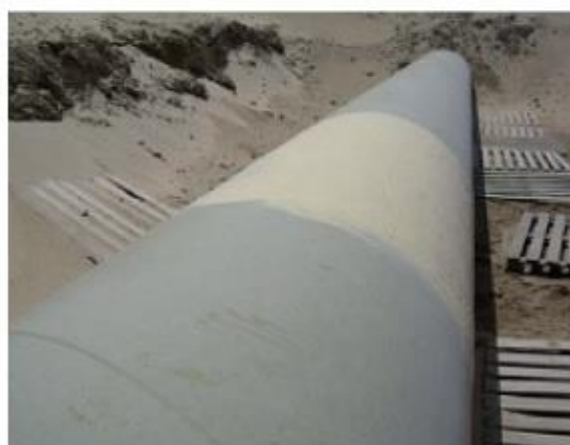
Жабынды нақты төзімділікке тексеру үшін бірқатар стандартталған сынақтар жүргізіледі. Жүргізілетін типтік сынақтар адгезияға, қажалуға қарсылықты сынау, химиялық төзімділікке, гидролизге төзімділікке және ісіну кедергісі, сондай-ақ катодтық әртүрлі температураларда еріту.

15-суретте жабынды температура және ылғалдылыққа тексеру нәтижелері көрсетілген.



15 сурет- жабынды температура және ылғалдылыққа тексеру нәтижелері

Тағы бір тәжірбие кезінде жұмыс істеп тұрған құбырларының секциясы қазылды және ескі бүлінген жабын жойылды. Кейін RoCoat 230 қондырғысымен құбырға бүрку арқылы полемочевинді эластомер жабынмен қаптап, құбырды қайта жер астына салды. 8 айдан кейін құбыр қайта қазылды және басқа бөлігіне полемочевинді эластомер жабынды қолмен жағып, құбырды қайта жер астына түсіреді. Бүрку арқылы және қолмен жаққан жабынды айыру үшін, қолмен жаққан жабынға бояу қосады. 5 айдан кейін құбыр қайтадан қазылды. Бүрку арқылы және қолмен жағылған бөліктеде ешқандай зақымдану байқалмады. 16-суретте осы тәжірбиенің барысы көрсетілген.



16 сурет-құбырдың тәжірбие жүргізу нәтижелері

Жоғары сапалы полимочевинді эластомерлі бүрку арқылы жағылатын жабындар, құбырдың ұзақ қызмет ету үшін керекті барлық қасиеттерге ие және де қазіргі заманда құбырды коррозиядан қорғауға арналған жабындардың ең тиімдісі болып саналады. [12]

2.2 Жобаның гидравликалық есептеулері

Магистралды газ құбырын жобалау кезінде құбырдың қажет диаметрін, газдың жылдамдығын, құбыр бойында қысымның жоғалуын «Газоснабжение» атты программамен есептедік. Программамен есептеу түрі 17,18-суреттерде көрсетілген. [13]

Гидравлический расчет Расчет скорости газа

Исходные данные

Категория сети
 Сеть среднего и высокого давления

Допустимые потери давления в сети (МПа) Усредненное давление газа, абсолютное в сети (МПа)
 2.14 7.4

Расход газа при нормальных условиях (нм3/час) Материал газопровода
 1144552 Сталь

Длина газопровода (м) Плотность газа в стандартных условиях (кг/м3)
 144100 0.706

Расчитать

Проектирование газоснабжения

Результат расчета

Расчетный диаметр (мм) Скорость газа (м/сек)
 1052.36 3.8

Стандарт. диаметр (мм) Число Рейнольдса
 1200 23285713.1

Удельные потери (МПа/м) Падение давления на расч. длине газ-да (МПа2)
 0.000014 8.052657

категория сети (A)
 0.00000856387131511501

материал (B)
 0.022
 0.0446
 m

2
 1.75
 m1

5
 4.75

допустимый перепад давления
 120
 60
 0.18

17 сурет-«Газоснабжение» атты программамен есептеу үлгісі 1

О программе Лицензионное соглашение

Гидравлический расчет Расчет скорости газа

Исходные данные

Диаметр газопровода (мм)
1067

Расход газа при нормальных условиях (нм³/час)
1144552

Усредненное давление газа, абсолютное в сети (МПа)
7.4

На данной вкладке Вы можете подобрать диаметр газопровода в зависимости от скорости газа и падения давления на расчетной длине газопровода. При выполнении гидравлического расчета надземных и внутренних газопроводов с учетом степени шума, создаваемого движением газа, следует принимать скорости движения газа не более: 7 м/с для газопроводов низкого давления.

Расчитать Проектирование газоснабжения

Результат расчета

Скорость газа (м/сек)
4.8

Число Рейнольдса
26188243.42

Удельные потери (Па/м)
0.000014

Падение давления на расч. длине газ-да (МПа²)
14.262545

Вывод на печать

категория сети (A)
0.00000856387131511501

материал (B)
0.022
0.0446
m
2
1.75
m1
5
4.75

допустимый перепад давления
120
60
0.18

18 сурет- «Газоснабжение» атты программамен есептеу үлгісі 2

Есептеу параметрлері:

Құбырдың материалы-болат

Желі категориясы-жоғары қысымды

Құбыр бойында қысымның жоғалуы-2,14 МПа

Құбыр бойындағы газдың жылдамдығы-4,8 м/с

Құбырдың диаметрі-1067мм

Жобада басқа да параметрлерді формулалармен есептедік.Есептеу үлгілері төменде көрсетілген.

Магистралды газ құбырының ұзындығы- $L=1477$ км

Құбырдың сыртқы диаметрі- $D_H=1067$ мм

Газдың жылдамдығы $V=4.8$ м/с

Металдың шығымдылығы (ағуының шектеуі) $b_{ш}=3300$

Металдың қаттылық (шыдамдылық) коэффициенті $n=2$

Газдың температурасы $t=20$ С ($T=293$ К)

Газ құбырының қысымы $P=7,4$ МПа

Газ құбырының өткізу қабілеті $Q_r=10$ млрд. м³/жыл

Газдың тығыздығы $\rho=0.706$

1. Газ құбырының қабырғасының қалыңдығы

$$b = \frac{P \cdot D_H}{2 \cdot b_{ш}} \quad (1)$$

$$b = \frac{7,4 \cdot 10^6 \cdot 1067 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 3300} = 11,9 \text{ мм}$$

2. Газ құбырының тәуліктік өткізу қабілеті

$$Q = \frac{Q_T \times 10^3}{365 \times k_H} \quad (2)$$

$$Q = \frac{10 \cdot 10^3}{365 \cdot 0,9} = 30,44$$

3. Құбырдың басындағы қысым

$$P_H = P_{нач} - (\delta p_{вых} + \delta p_{охл}) = P_{наг} - \Delta p_{наг} \quad (3)$$

$$P_H = 7,4 - (0,11 + 0,06) = 7,23 \text{ МПа}$$

4. Құбырдың соңындағы қысым

$$P_K = P_{вс} + \Delta p_{вс} \quad (4)$$

$$P_K = 5,15 + 0,12 = 5,22 \text{ МПа}$$

5. Газдың құбыр бойындағы орташа температурасы

$$T_{CP} = \frac{(T_0 + T_H)}{2} \quad (5)$$

$$T_{CP} = \frac{(278 + 293)}{2} = 285 \text{ К}$$

6. Үйкеліс коэффициенті

$$\lambda_{TP} = 0,067 \times \left(\frac{2 \times k_2}{D_{BH}} \right)^{0,2} \quad (6)$$

$$D_{\text{BH}} = D_H - 2\delta_H \quad (7)$$

$$D_{\text{BH}} = 1067 - 2 + 11.9 = 1043 \text{ мм}$$

$$\lambda_{\text{TP}} = 0.067 * \left(\frac{2 * 0.03}{1043} \right)^{0.2} = 3.7 * 10^{-3}$$

$$\lambda = 1,05 * \frac{\lambda_{\text{TP}}}{E_{\Gamma}^2} \quad (8)$$

$$\lambda = 1,05 * \frac{3.7 * 10^{-3}}{0,95 * 2} = 0,43 * 10^{-2}$$

7. Газ құбырындағы орташа қысым

$$p_{\text{CT}} = \frac{2}{3} * \left(p_H + \frac{p_K^2}{p_H + p_K} \right) \quad (9)$$

$$p_{\text{CT}} = \frac{2}{3} * \left(7,23 * \frac{5,22^2}{7,23 + 5,22} \right) = 6,27 \text{ МПа}$$

8. Псевдокритикалық қысым және температура

$$T_{\text{ПК}} = 155,24 * (0,564 + p_{\text{CT}}) \quad (10)$$

$$T_{\text{ПК}} = 155,24 * (0,564 + 0,706) = 197 \text{ К}$$

$$p_{\text{ПК}} = 0,1737 * (26,831 - p_{\text{CT}}) \quad (11)$$

$$p_{\text{ПК}} = 0,1737 * (26,831 - 0,706) = 4,5 \text{ МПа}$$

9. Келтірілген қысым мен температура

$$T_{\text{IP}} = \frac{T}{T_{\text{ПК}}} \quad (12)$$

$$p_{\text{IP}} = \frac{p}{p_{\text{ПК}}} \quad (13)$$

$$T_{\text{пр}} = \frac{285}{197} = 1,44$$

$$P_{\text{пр}} = \frac{6,27}{4,5} = 1,39$$

10.Сығылу коэффициенті

$$Z_{\text{CP}} = 1 - \frac{0,0241 \times P_{\text{пр}}}{\tau} \quad (14)$$

$$Z = 1 - \frac{0,0241 \times 1,39}{1 - 1,68 \times 1,44 + 0,78 \times 1,44^2 + 0,0107 \times 1,44^3} = 0,85$$

11.Компрессорлық станциялар арасындағы арақашықтық

$$l = 105,087^2 \times D_{\text{ш}}^5 \times (P_6^2 - P_c^2) / Q^2 \times \xi \times \lambda_{\text{үйк}} \times Z \times T \text{ ор} \quad (15)$$

$$\Delta = \frac{\rho}{\rho_{\text{возд}}} = \frac{\rho_{\text{ст}}}{1,206} \quad \text{-газдың ауаға қатысты тығыздығы} \quad (16)$$

$$\Delta = \frac{0,706}{1,206} = 0,585$$

$$l = 105,087^2 \times 1,043^5 \times (7,23^2 - 5,22^2) / 30,44^2 \times 0,585 \times 0,43 \times 10^{-2} \times 0,85 \times 285 = 604 \text{ км}$$

12.Компрессорлық станцияның саны

$$n_0 = \frac{L}{\ell} \quad (17)$$

$$n_0 = \frac{1477}{604} = 2,53 = 3$$

$$n_0 = 3$$

2.3 Полемочевина және полиуретан негізді эластомерлі жабынның қызмет ету уақытын есептеу

Құбырдың диаметрі $D = 1067 \text{ мм} = 1,067 \text{ м}$

Топырақтың әсер ету кедергісі $\rho = 20 \text{ Ом} \cdot \text{м}$

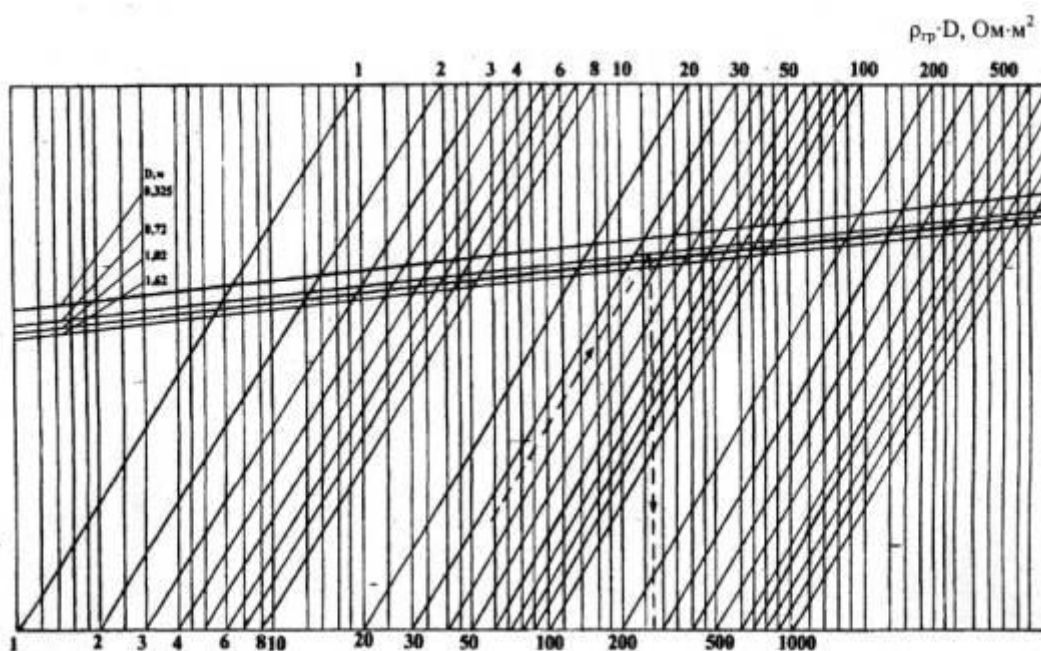
Оқшаулау кедергісінің бастапқы мәні $R_6 = 3 \cdot 10^5$

Тұрақты коэффициент(оқшаулау жылдамдығының ескіру жылдамдығы)
 $a=0.105$

Поламочевина және полиуретан негізді эластомерлі жабынның қызмет ету уақытын осы формула арқылы есептейміз:

$$\tau = \frac{1}{a} * \ln (R_6 - R_c / 10^3 - R_c) \quad (18)$$

бұл жердегі R_c оқшаулау кедергісінің соңғы мәні. Оны төменде көрсетілген график бойынша табамыз.



$$R_c = 230 \text{ Ом} * \text{м}^2$$

$$\tau = 1/0.105 * \ln (3 * 10^5 - 230/10^3 - 230) = 56.8 = 57 \text{ ЖЫЛ}$$

2.4 Есептеулердің нәтижесі

1 кесте-жобаның есептеулерінің нәтижелері

Құбыр бойында қысымның жоғалуы	2,14 МПа
Құбыр бойында газдың жылдамдығы	4,8 м/с
Құбырдың диаметрі	1067 мм
Магистралды газ құбырының жалпы ұзындығы	1477 км
Газдың температурасы	$t=20^{\circ}\text{C}$ ($T=293\text{ K}$)
Газ қысымы	$P=7.4\text{ МПа}$
Газ құбырының өткізу қабілеті	$Q_{г}=10$ млрд.м ³ /жыл
Газдың тығыздығы	$\rho=0,706$ кг/м ³
Газ құбырының қабырғасының қалыңдығы	$b=11,9$ мм
Газ құбырының тәуліктік өткізу қабілеті	$Q=30,44$ млн м ³ /тәу
Құбырдың басындағы қысым	$P_{б}=7.23$ МПа
Құбырдың соңындағы қысым	$P_{с}=5,22$ МПа
Газ құбырындағы орташа қысым	$P_{ор}=6.27$ МПа
Сығылу коэффициенті	$Z=0.85$
Компрессорлық станциялар арасындағы арақашықтық	$l=604$ км
Компрессорлық станция саны	$n=3$
Полемочевина және полиуретан негізді эластомерлі жабынның қызмет ету уақыты	$\tau=57$ жыл

3 Экономикалық бөлім

3.1 Жобаға кеткен басты салымдар

«Бейнеу – Бозой – Ақбұлақ» магистралды газ құбырөткізгіші жобасының жалпы құны 3 290млн.\$ (482 970млн. тенге) салықты есептегенде.

Мемлекет аралық келісім бойынша, құрылыстың екінші мерзімін жүргізетін ұйым, құрылысқа қажет тауарларға салық пен шекаралық алым-салымдардан босатылады.

Осыған байланысты құрылыстың басты салымының құны 3 134млн.\$ (460 135 млн. тенге) шамасында бекітілді. [11]

Басты салымды есептеудің қарапайым формуласы:

$$KB = KB_{лс} + KB_{сс} + KB_{цду} + KB_{вд} + KB_{дз} + НДС; \quad (19)$$

$$KB = 2\,293 + 493 + 23 + 74 + 54 + 197 = 3134$$

мұндағы KB – басты салым

$KB_{лс}$ – сызықтық бөлімінің нысандкейін

$KB_{сс}$ – станционды құрылымдар

$KB_{цду}$ – орталық диспетчерлік реттеу жүйесі

$KB_{вд}$ – трасса бойы жолдар

$KB_{дз}$ – қосымша шығындар

НДС – салық

2 кесте – Жобаға кеткен басты салымдар

Басты нысандардың атауы	Салымдар	
	млн.тенге	млн.доллар
Құрылыстың жалпы құны (салықсыз)	431 223	2 937
Сызықтық бөлімінің нысандкейін	336 619	2 293
Материалдар және құрылғылар (салықсыз)	190 284	1 296
Станционды құрылымдар	72 372	493
SCADA жүйесі және ОДБ	3 393	23
Трасса бойы жолдар	10 839	74
Қосымша шығындар	8 001	54
Салық	51 747	352
Құрылыстың жалпы құны, салықпен	482 970	3 290
Құрылыстың жалпы құны (салықсыз)	431 223	2 937
Салықтық преференцияны есептегендегі салық соммасы	28 913	197
Құрылыстың жалпы құны (салық пен және салықтық преференция есептегенде)	460 135	3 134

3.2 Қаржылық тиімділік анализі

Жобаның қаржылық тиімділігі келесі параметрлермен бағаланады:

- Тасымалданатын газдың орташа тарифі;
 - Таза пайда құны;
 - Таза пайданың дисконттауы;
 - Ішкі пайда нормасы;
 - Басты салымдардың өзін – өзі ақтау мерзімі;
 - Капиталды салымдардың өзін – өзі ақтаудың дисконттау уақыты;
- Толық мәлімет кесте 5 көрсетілген.

3 кесте – Негізгі экономикалық параметрлер

Көрсеткіштің атауы	Өлшем бірлігі	Көрсеткіштің мағынасы
Жобаланған қысым	МПа	7,4/9,8
Газ құбырының өткізу қабілеті	млрд.м ³ /жыл	10,0
Газ құбырының ұзындығы	км	1477
Құбыр диаметрі	мм	1067
Қабырға қалыңдығы	мм	11,9/15,9
Құбырлардың жалпы салмағы	мың/тонна	615,42
Компрессор станция саны	дана	3
Қызметкерлер саны	адам	320
Өз қажетлікке кететін газ	млрд.м ³ /жыл	0,404
Жалпы инвестициялық шығындар	млн.\$	3 305
-басты салымдар (салықпен)	млн.\$	3 134
-капиталды қаржылық шығындар	млн.\$	171
Жылдық орташа шығындар	млн.\$	309
-өндірістік шығындар	млн.\$	159
-амортизациялық есептеулер	млн.\$	100
-кезең шығындар	млн.\$	49
Тасымалдауға кеткен шығындар	\$/1000м ³	33,35
Тасымалданатын газдың орташа тарифі	\$/1000м ³	60,16
Таза пайда	млн.\$	7 271
Таза пайданың дисконттауы	млн.\$	428
Ішкі пайда нормасы	%	13,90
Өзін – өзі ақтау мерзімі	жыл	8,6

Жобаға деген басты салымдардың құны 3 290\$ болды. Экономикалық есептеулер мен нәтижелері бойынша тасымалданатын газдың орташа тарифі 60,16\$ шамасында бекітілді.

4 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі

4.1 Компрессор станциясын жоспарлау және жайластыру

Компрессор станциясының құрылысы, ондағы барлық машиналар, механизмдер, аппаратуралар, ыдыстар мен құбырөткізгіштер, бақылау мен автоматика құралдары, снымен қатар жабдықтардың компоновкасы стационарлы компрессорлы қондырғыларды орнату және қауіпсіз пайдалану ережелеріне, сыйымдылықтарды орнату және қауіпсіз пайдалану ережелері, СНЖЕ және ЕҚН талаптарын қанағаттандыруы керек.

Егер аралық бөлмелерде жарылғыш, өртке қауіпті жабдықтардың коррозиясын тудыратын және адам ағзасына зиян келтіретін химиялық өндірістері болса, компрессорлы станцияның қосымша құрылым немесе өндірістік ғимараттың ішінде салынуы жіберілмейді.

Компрессорлы қондырғылардың бөлмелерінде компрессорлармен технологиялық және құрылымдық түрде байланысы жоқ аппаратуралар мен жабдықтарды орнатуға жол берілмейді.

Компрессорлы станцияның биіктігі 4 м кем болмауы керек. Бөлменің жалпы өлшемдері компрессорлы қондырғыға және оның жеке түйндеріне қауіпсіз қызмет көрсету және жөндеу шарттарын қанағаттандыруы керек.

Өнімділігі 20м³/мин жоғары барлық компрессорлар және олардың қозғалтқыштары өндірістен жеке орнатылған бір қабатты, өртке төзімді ғимараттарда отқа төзімді немесе қиын жанатын аралық бөлгіштермен бөлініп орналасуы тиіс.

Машина залындағы өтулер айдағыш пен қозғалтқышқа қызмет көрсету мүмкіндігін қамтамасыз ету керек. 1,5 м кем емес, жабдық пен ғимарат қабырғасы арасындағы ара қашықтық 1 м кем болмауы керек.

Компрессорлы қондырғының бөлмелерінің едендері тайғанамайтын бетті, майға төзімді, тегіс болуы керек және жанбайтын, ұзаққа төзімді материалдан жасалуы керек. Арналар мен өтулер алынатын тақтайшалармен еден бетінен шығарылмай жабылуы керек. Жабылмайтын өтулер, еңістіктер биіктігі 1 м кем болмайтын тұтқалармен шектелуі керек.

Қабырғалар, төбе және технологиялық жабдықтар «Кәсіпшілік кәсіпорындардың өндірістік ғимараттарының интерьерінің түстік жасалуын жобалау бойынша нұсқамаларына», ал құбырөткізгіштер – МЕСТ 14202-69 «Кәсіпшілік мекемелерінің құбырөткізгіштері» Айқындаушы сырлау, ескерту белгілері және маркалау тақтайшаларына сәйкес сырлануы керек.

Компрессорлы қондырғының бөлмесінде компрессорды, қосымша жабдықтарды және электрожабдықтарды жөндеуге арналған алаң болуы керек.

Жөндеу жұмыстарын жасау үшін бөлме сәйкес жүк көтергіш құрылғылары мен механизация жүйелерімен жабдықталуы керек.

Компрессорлы қондырғылардың бөлмесінде сұрту материалдарын, құралдарды, төсемелерді және т.б., жабық күйінде сақтауға, сонымен қатар

компрессорлы майдың апталық қорын сақтауға арналған арнайы орындар қарастырылуы керек.

Компрессорлы станцияның бөлмелері табиғи және қолдан желдету жүйелерімен желдетілуі тиіс. Бұл «Кәсіпшілік мекемелерді жобалаудың санитарлы нормалары» талартарына сәйкес ауалық ортаның жағдайын қамтамасыз етуі тиіс.

Керосин, бензин және басқа да тезтұтанғыш сұйықтарды компрессорлы станцияның машина залында сақтауға болмайды.

Компрессорлы станцияның бөлмесінде ашық отты жағуға болмайды.

Компрессорлы станциядағы бөлмелерді жылыту орталықтандырылған, ал оның температурасы 15-30°C аралығында ұсталып тұруы қажет.

Компрессорлы станцияның машина залында сағат пен телефон орнатылуы қажет, сонымен қатар онда тағы алғашқы медициналық көмек көрсетуге арналған дәрі – дәрмек қорабы ішуге арналған су болуы керек.

Компрессор жұмысынан туатын дірілдің әсерін азайту үшін келесі шарттар сақталуы тиіс:

- Компрессорлар фундаменттері арасындағы алаңшалар жиналмалы, фундаментке еркін тірелетін болуы керек;

- Компрессорға жалғанатын құбырөткізгіштер ғимарат құрылымымен берік байланыспауы керек; қажет болғанда мұндай бекітпелердің қолданылуын компенсациялайтын құрылғылар қарастырылуы керек;

- Компрессордың цилиндріне жалғанатын құбырлар деформацияны қамтамасыз ететін жеткілікті иілгіш болуы керек.

Компрессордың, турбинаның және басқа да механизмдердің барлық қозғалмалы және айналмалы бөліктері сенімді түрде бөлектенген болуы тиіс.

Компрессордың еденнен ыңғайлы қызмет көрсетуге болмайтын биік орналасқан бөліктері болса, олар арнайы алаңшалар мен сатылар мен жабдықталуы тиіс. [11]

5 Қоршаған ортаны қорғау бөлімі

Кез келген кен орындағы қолданылып жатқан технологиялық процесстер биосфераның ластануының негізгі көзі болады.

Пайдаланылуының басымдылығына қарамастан, газдың қоршаған ортаға, атмосфераға, су көздеріне, биосфера мен литосфераға тигізетін әсері зор.

Газды тасымалдау кезінде биосфераға үлкен зиян келтіретін компрессор станциялар болады. Олар ауаға оксид, азот диоксиді және көмірқышқыл оксидін лақтырады. Газ өндірісіндегі осы факторлардың көрсеткішін төмендету негізгі мақсат болады. Осыған байланысты өндірісте болатын апаттық жағдайларды, құрылғылардың герметикалық беріктігін, газ жоғалуды азайту мәселелер қатаң түрде жүргізіледі.

5.1 Атмосфераға әсері

Компрессорлық станцияның жұмысы барысында, атмосфера бөлімінің қабатында негізгі кірлету көздерін екіге бөлуге болады:

- Табиғи газдың қалдықтары;
- Жанған өнімнің қалдықтары;

Тасымалданатын газдың атмосфераға зиянын келесі қатынастардан көруге болады:

1. КС атмосфераға лақтырылатын табиғи газдың көлемі - 100%
2. ГАА қосу және тоқтату кезінде - 73%
3. Газдың жоғалу көздері - 17%
 - Шток бойынша бекіткіш арматураны нығыздау – 1,86%
 - Фланецті және резьбалы қосылулар – 0,47%
 - Сақтандыру клапандкейін – 2,9%
 - Үрлеу свечасының бекіткіш арматурасын нығыздау – 7,67%
 - Компрессорларды нығыздау – 2,81%
 - Өзге технологиялық құрылғылар – 1,29%
4. Құрылыс жұмыстары және апаттық жағдайлар - 6%

Негізгі ластайтын заттар күкірт сутек, меркаптандар, оксидтер, азот оксидтері болады.

Атмосфераны зиянды заттардан қорғау мақсатында осы жағдайлар қарастырылуы қажет:

- пештердің жылу жүйелерінің, газотурбиналық двигатель жұмыстарының оптималды жинау режимін бақылау;
- магистралды құбыр өткізгіштерді конденсат жинағыш орнату және атмосфераны газбен, конденсатпен, мұнайдың булану өнімі арқылы кірлетуден сақтау;
- факелдардан бөлінетін зиянды заттарды 15% азайтатын арнайы кондырғылар орнату;
- өндіру техникалары, мұнай мен газды дайындап, тасымалдауға қоршаған ортаны қорғау шартына сәйкес жетілдіріп отыру.

Санитарлық қорғау зонасы зиянды заттар көздерімен, тұрғын үйлердің шекарасында орналасуы қажет. Өлшемі СН-245-71 және ОДН-86 сәйкес болуы қажет.

5.2 Сулы ресурстарды қорғау

Су ресурстарын қорғау мақсатында осы жобада келесілер қарастырылған:

- 1) Өндірістің жоғары тиімді үрдістерін, су қалдықты және қалдықсыз технологиялық, сондай-ақ өндірістік үрдістерді пайдалану;
- 2) Су қорларын тиімді пайдалану;
- 3) Бұралқы суларды тазалау мәселелерінде алдыңғы қатарлы;
- 4) Өндірістік қалдықтармен грунттық және жоғары бетіне суларды ластануын болдырмаудың алдын алу шаралары;
- 5) Бұралқы сулардың апаттық тасталуының алдын – алу бойынша инженерлік шараларды жүзеге асыру және өндірістік өнімдерінің және оларға ілесетін ластанушы заттардың түсуін болдырмау.

5.3 Литосфераға әсері

Газды өндіру, жеткізу және сақтау процесіндегі ең негізгі экологиялық қиыншылық, ол жер бетінің механикалық және химиялық өзгеруі.

Литосфераны қорғаудың негізгі шаралары:

- құрылыс объектілерінің бұрмалауын азайту;
- жер эрозиясынан қорғау (жасыл шөпті алаңша, ағаштарды отырғызу);
- бұзылған жерлерді рекультивациялау;
- ластанудың деңгейін анықтау мақсатында биоиндикатор пайдалану;

Қоршаған ортаны қорғау заңнамасына сәйкес, құрылыс барысында бұзылуға ұшыраған жерлердің барлығы қайта қалпына келтіріледі, яғни рекультивация процесіне ұшырайды. [12]

ҚОРЫТЫНДЫ

Магистралды құбырөткізгіштің компрессорлық станциясы мен оның құбырларындағы коррозиямен күрес Бейнеу ауданы бойынша талқыланды.

Негізгі және көмекші жабдықтары, олардың тиімділігі мен өнімділігін анықтау, экономикалық бөлім бойынша кеткен басты салымдарды, шығындарды, капиталды анықтау, талқылау барысында ортадан тепкіш газотурбинді жетегі бар айдағыштарды таңдауға талқылау жасалып, тиімді екені дәлелденді.

Тасымалданатын газдың өзіндік құны мен орташа тарифінің құны анықталды.

Қорашаған ортаға зиянды әсері, оған қарсы, қажетті шаралар, апаттық жағдайлар мен өртке қарсы шаралар талқыланды.

Осы анықтау, талқылау жұмыстарының нәтижесінде тасымалданатын газды ортадан тепкіш газотурбинді жетегі бар айдағыш конструкциясымен тасымалдау тиімді екені қарастырылып, анықталды. Техника және экономикалық тұрғыдан тиімді екені белгілі болды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Поршаков.В.П. Газотурбинные установки. Учебник. -М.: Недра, 1992.-238с.
2. Седых.З.С. Эксплуатация газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом.-М.: Недра,1990. 203 с.
3. Козаченко А.Н. Эксплуатация компрессорных станции магистральных газопроводов. –М.: Нефть и газ, 1999.-463с.
4. Эксплуатация компрессорных станций магистральных газопроводов. ---М.: изд. РГУ Нефти и газа им. Е.М. Губкина, 1999.
5. Шварц В.А. Конструкции газотурбинных установок. –М.: Машиностроение, 1970, 436 с.
6. Щуровский В.А., Зайцев Ю.В. Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты. М.: Недра, 1994, 192 с.
7. Газотурбинные технологии. Специализированный журнал. 2000. №1
8. Справочник по проектированию магистральных трубопроводов. Под ред. Дерцакяна А.К. -М.: Недра, 1977.
9. www.turbunist.ru – Газтурбины қондырғылар туралы сайт.
10. Ш.Құрманбайұлы, С.Сапина. Орысша-қазақша, қазақша-орысша терминдер мен атаулар сөздігі (Мемтерминком бекіткен), А., “Сөздік-словарь”, 2004
11. <http://www.intergas.kz/ru/> - АҚ «Интергаз Орталық Азия» сайты
12. https://elibrary.ru/title_about.asp?id=7919 –электронды кітапхана сайты
- 13.<http://m.softportal.com/software-9132-gidravlicheskiy-raschet-gazoprovoda.html>- «Газоснабжение» атты программа сайты

Ғылыми жетекшінің пікірі

дипломдық жобаға

Мұратбек Марал, Әбдіразақ Ерғали, Байжұман Архат

мамандық 5B070800 – «Мұнай инженериясы»

Тақырыбы: «Бейнеу станциясының жоғары қысымды газ құбырын жобалау»

«Мұнай инженериясы» кафедрасы атынан берілген тапсырмаға сәйкес дипломдық жоба қойылған барлық талаптарға жауап беретіндей орындалған.

Студенттер дипломдық жобаны орындау барысында оқу орнында алған білімділігімен, біліктілігімен көріне білді. Жоба бойынша туындаған проблемаларға лайықты шешімдер қабылдап, өздерін таныта білді.

Дипломдық жобаның мазмұны логикалық түрде, өте сауатты, түсінікті орындалған.

Мамандығына қажетті технологиялық құрал-жабдықтар, қосалық бөлшектер дұрыс таңдалған. Сонымен бірге қажетті есептеу амалдары жеткілікті түрде, дұрыс орындалған.

Студенттер дипломдық жобаны комиссия алдында қорғауға жіберіледі.

Ғылыми жетекші

PhD, профессор

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)



қолы

Бекбауов Б.Е.

Т.А.Ә.

«10» 05 2019 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жоба

(жұмыс түрінің атауы)

Мұратбек Марал, Әбдіразақ Ерғали, Байжұман Архат

(білім алушылардың Т.А.Ә.)

5B070800 «Мұнай газ ісі»

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: Бейнеу станциясының жоғары қысымды газ құбырын жобалау

Орындалды:

- а) графикалық бөлім _____ парақ
б) түсініктеме _____ бет

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Дипломдық жоба бітіретін студенттердің ғылыми еңбегінен талап ететін барлық талаптар мен стандарттарға сәйкес орындалған.

Игерілетін тақырып жоғары дәрежеде, жан-жақты ашылған. Авторлар теориялық құндылықтарды жеткілікті көлемде пайдалана отырып, өзінің теориялық білім деңгейін көрсете білді.

Барлық керекті есептеулер, әдебиеттер мен нормативтік көрсеткіштер арқылы нақты дұрыс жасалған.

Жобалар үшін технологиялық құрал-жабдықтар дұрыс таңдалып алынған.

Дипломдық жұмыс жеткілікті көлемде, материал логикалық түрде мазмұндалып, сауатты, түсінікті тілде жазылған.

Жұмыс мемлекеттік экзамендік комиссия мәжілісіне қорғауға ұсынылады.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Студенттердің дипломдық жобасы 98%-ға (өте жақсы) деген бағаға бағаланады және авторлар өте жоғары біліктілікке сай.

РЕЦЕНЗЕНТ

АҚ «Интергаз Орталық Азия»

ӨТБ ТГШ 2-ші категориялы инженер

Кулмашева Ж.С.

қолы

аты-жөні

« 08 » _____ 2019ж.



ҚАЗ ҰТУ

Университет:	Satbayev University
Название:	Бейнеу станциясының жоғары қысымды газ құбырын жобалау_Мұратбек М.,Әбдіразақ Е.,Байжұман А. .doc - Bakhbergen Bekbauov.doc
Автор:	Мұратбек М.,Әбдіразақ Е.,Байжұман А
Координатор:	Бахберген Бекбауов
Дата отчета:	2019-05-07 10:14:43
Коэффициент подобия № 1: ?	26,8%
Коэффициент подобия № 2: ?	8,6%
Длина фразы для коэффициента подобия № 2: ?	25
Количество слов:	8 382
Число знаков:	66 997
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок: ?	6

! К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским эквивалентом. Пожалуйста, уделите особое внимание этим частям отчета. Они выделены соответственно. Количество выделенных слов 47

[>>](#) Самые длинные фрагменты, определенные, как подобные

[>>](#) Документы, в которых найдено подобные фрагменты: из RefBooks

[>>](#) Документы, содержащие подобные фрагменты: Из домашней базы данных