ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы
Электроника және робототехника кафедрасы

«ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ»
Кафедра меңгерушісі _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____201___ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Қысым және температура бақылау датчиктерін жобалау және есептеу.

Мамандығы 5В071600 Аспап жасау
Орындаған Марат Диана Маратқызы (Т.А.Ж.) Тобы ПСк-15-2
Ғылыми жетекшісі доцент Елеукулов Е.О
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

Кеңесшілер:
экономикалық бөлім бойынша:
аға оқытушы Тулеменова С.К
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «10» 05 2019 ж.
(қолы)

өміртіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
Байзакова С.М. аға оқытушы
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «30» 05 2019 ж.
(қолы)

есептеу техникасын қолдану бойынша:
т.ғ.к, доцент Чшамбаев П.О
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «3» 06 2019 ж.
(қолы)

_____
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____201___ж.
(қолы)

Нормобақылаушы: т.ғ.к, доцент Чшамбаев П.О
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «3» 06 2019 ж.
(қолы)

Пікір беруші: т.ғ.к, доцент Ли Д.Р
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____201 9 ж.
(қолы)

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғарыштық инжиниринг және телекоммуникация институты

Электроника және робототехника кафедрасы

Мамандығы 5В071600 Аспап жасау

Дипломдық жобаны орындауға берілген
ТАПСЫРМА

Студент Марат Диана
(Т.А.Ж.)

Жобаның тақырыбы Қысым және температура бақылау датчиктерін жобалау және есептеу

201 9 ж. «01» 03 № 33 университет бұйрығымен бекітілді.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «_____»_____201___ж.

Жобаға алғашқы деректер (талап етілетін зерттеу (жоба) нәтижелерінің параметрлері және зерттеу нысанының алғашқы деректері):

1 Датчиктердің түрлері
2. Ардуино микроконтроллері

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс мәселелер тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

1. Қысым және температура датчиктерінің техникалық сипаттамалары
2. Датчиктердің нүктелік параметрлерін есептеу
3. Аспапты жасау үшін керекті жабдықты таңдау

Графикалық материалдардың (міндетті түрде дайындалатын сызбаларды көрсету) тізімі:

1. Титулдық бет
2. Өзектілік пен мақсат
3. Су қыздырғанда апаттық жағдайға қойылуы жайлы хабарлама беру сызбасы.
4. Қысым және температура датчиктерінің сипаттамасы және түрлері.
5. Өндірістік қауіпсіздігі бөлімі
6. Техника-экономикалық бөлім

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер:

1) Каякоров А.П. Датчики в электронных схемах. От простого к сложному; Дм К. Москва 2013. - 2005.

2) Асмолов Г.И., Гочков В.М., Соколов В.Т. Виды информации и датчики в системах Учебное пособие - М., 2008

3) Данов Б.А., Гочков В.Д электронное приборы электроника - 1994.

Жоба бойынша жобаның бөлімдеріне қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімі	Қолы
Техника-экономика	Турмагамбова С.К	10.05.19	
Өміртіршілік қауіпсіздігі	Байзакова С.К.	30.05.19	
Нормі бөлім	Ешмуратов Е.О	31.05.19	

Диплом жобасы дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелердің тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Аналитикалық бөлім	06.03.19	
Конструкторлық бөлім	25.03.19	
Технико-экономикалық негіздеме	19.04.19.	
Өндірістік қауіпсіздігі бөлімі	27.05.19	

Тапсырманың берілген уақыты «___» _____ 201___ж.

Кафедра меңгерушісі _____ (Жиамбаев Т.О.)
(қолы) (Т.А.Ж.)

Жобаның
ғылыми жетекшісі _____ (Елеукулов Е.О)
(қолы) (Т.А.Ж.)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ (Марат Д.М)
(қолы) (Т.А.Ж.)

Аңдатпа

Дипломдық жобада қысым және температура датчиктері арқылы газ құбырында апаттық жағдай болдырмас үшін аспап жасалынды. Аспапты жасау үшін керекті датчиктер зерттелінді, құрылымдық параметрлері есептелінді. Температура және қысым датчиктерін басқаруға және қабылданған сигналдарды көрсетуге қажетті құрылғылар тандалынды. Өміртіршілік қауіпсіздігі және технико-экономикалық көрсеткіштері бойынша есептер шығарылды.

Аннотация

В дипломном проекте разработан прибор для предотвращения аварийных ситуаций на газопроводе с помощью датчиков давления и температуры. Для создания инструмента были изучены датчики, рассчитаны конструктивные параметры. Были выбраны устройства, необходимые для управления датчиками температуры и давления и отображения принятых сигналов. Были вынесены расчеты по безопасности жизнедеятельности и технико-экономическим показателям.

Annotation

The diploma project developed a device to prevent accidents on the pipeline with the help of pressure and temperature sensors. To create a tool, sensors were studied, design parameters were calculated. The devices needed to control the temperature and pressure sensors and display the received signals were selected. Calculations were made on the safety of life and technical and economic indicators.

Мазмұны

Кіріспе 7
1 Аналитикалық бөлім 8
1.1 Қысым датчиктерінің техникалық сипаттамалары 8
1.2 Қысымды өлшеу әдістері 9
1.3 Температура датчиктерінің техникалық сипаттамалары 25
1.4 Температура датчиктерінің түрлері және оның сипаттамалары. 26
1.5 Датчиктің құрылымдық параметрлерін есептеу 34
2 Конструкторлық бөлім 37
2.1 Аспапты жасау үшін керекті жабдықтарды таңдау 37
2.2 Газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабының жасалуы 52
3 Жұмыстың технико-экономикалық негіздемесі 55
3.1 Жұмыстың сипаттамасы мен қажеттілігінің негіздемесі 55
3.2 Газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабын есептеу мен құрастыруға кететін шығындарды анықтау 55
3.3 Газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабын құрастырудың еңбек сыйымдылығы мен ұзақтығын есептеу 55
3.4 Газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабын есептеу мен құрастыруға кеткен қызметкерлердің төлемақысын есептеу 57
3.5 Әлеуметтік аударым есебі 58
3.6 Материалдарға кеткен шығын көлемін есептеу 60
3.7 Амортизациялық аударымдар 61
3.8 Жұмыстың болжамдалған құнын есептеу 62
3.9 Жұмыстың тиімділігін бағалау 63
4 Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі 65
4.2 Газ қоймаларындағы және газ тасымалдау объектілеріндегі атмосфераға ластаушы заттардың шығарындыларын есептеу 65
4.3 Күкірт диоксиді шығарындыларын есептеу (күкіртті ангидрид). 66
4.4 Көміртек оксиді шығарындыларын есептеу 68
4.5 Азот оксидтерінің шығарындыларын есептеу 68
4.6 Су жылытатын қазандықтардың түтін газдарындағы бенз(а)пирен концентрациясын есептеу 69
4.7 Жеке компоненттердің шығарындыларын есептеу 70
Қорытынды 73
Әдебиеттер тізімі 74
А қосымшасы 77

Кіріспе

Әр түрлі технологиялық процесстерді автоматтандыру, әр түрлі агрегаттарды, машиналарды, механизмдерді тиімді басқару, әр түрлі физикалық шамаларды көптеген өлшеуді талап етеді. Қазіргі уақытта өнеркәсіпте әртүрлі физикалық шамаларды өлшеу үлесі шамамен температура – 50%, шығын (массасы және көлемі) – 15%, қысым – 10%, деңгей – 5%, саны (массасы, көлемі) – 5%, уақыт – 4%, электрлік және магниттік өлшемдер – 4% -дан аз болып келеді. Бұл бөлуден қазіргі заманғы өнеркәсіптік өндірісте температураны, қысымды өлшеу барынша кең тараған болып табылатыны көрініп тұр (мысалы, орташа өлшемді атом электр станциясында осындай өлшеу жүргізілетін 1500 нүкте бар, ал химиялық өнеркәсіптің ірі кәсіпорнында осындай нүктелер 20 мыңнан астам болады). Өлшенетін температуралардың кең диапазоны, өлшеу құралдарын қолданудың әртүрлі шарттары және оларға қойылатын талаптар, бір жағынан, температураны өлшеу құралдарының әртүрлілігін анықтайды, ал екінші жағынан, дәлдікке, жылдамдыққа, кедергіге төзімділікке қойылатын талаптарды қанағаттандыратын бастапқы түрлендіргіштер мен датчиктердің жаңа түрлерін әзірлеу қажеттілігін анықтайды. Қазіргі заманғы тамақ өнеркәсібі, энергетика, газ, мұнай және басқа да салаларда қысым датчиктері кеңінен қолданылады. Құрылғы белгілі бір ортада қысымның дәл нәтижесін бекіту үшін және де алынған сигналды электр немесе сандық нәтижеге түрлендіру үшін қолданылады.

Автоматты басқару жүйесінде қолданылатын кез келген температура, қысым датчиктері жұмысының негізінде өлшенетін температураны, қысымды электр шамасына түрлендіру принципі жатыр. Бұл электрлік өлшеулердің келесі артықшылықтарына байланысты: электрлік шамаларды алыс қашықтықта беру ыңғайлы, ал беру жоғары жылдамдықпен жүзеге асырылады; электрлік шамалар әмбебап болып табылады, бұл кез келген басқа электрлік шамалар электрлі және керісінше түрлендірілуі мүмкін; олар дәл сандық кодқа айналады және өлшеу құралдарының жоғары дәлдігіне, сезімталдығына және жылдамдығына қол жеткізуге мүмкіндік береді.

1 Аналитикалық бөлім

1.1 Қысым датчиктерінің техникалық сипаттамалары

Қысым датчигі – өлшенетін не бақыланатын шаманы ыңғайлы түрде жіберіп, ары қарай түрлендіріп, өңдеп, тіркеу, сақтау үшін ыңғайлы сигналға түрлендіргіш құрал. Басқаша айтқанда датчик өлшенетін электрлік емес сигналдарды (шамаларды) электрлік сигналға түрлендіретін құрал.құрылғы, орта қысым (сұйық, газ,) байланысты физикалық параметрлері әр түрлі болады. Орта қысымды датчиктер стандартталған пневматикалық, электрлік сигналдарды немесе сандық коды түрлендіріледі. Қысым датчигі бастапқы қысым таратқыш элементтерден тұрады, құрамындағы сезгіш элемент-қысым қабылдағыш. Қайталама сигнал өңдеу схемасы, сенсор және сыртқы әсерлерден қорғау үшін, және ақпараттық сигнал шығару құрылғысының қауіпсіздігі үшін герметтеледі, соның ішінде негізгі бөлімнен, түрлі конструкциялардан құралған.

Қазіргі заманғы тамақ өнеркәсібі, энергетика, газ, мұнай және басқа да салаларда қысым датчиктері кеңінен қолданылады. Құрылғы белгілі бір ортада қысымның дәл нәтижесін бекіту үшін және де алынған сигналды электр немесе сандық нәтижеге түрлендіру үшін қолданылады. Осы параметрге сәйкес әрекет ету принципі ретінде төмендегі қысым түрлерінің: оптикалық, резистивтік, магниттік, пьезоэлектрлік, сыйымдылықты, сынапты, пьезорезонанстық датчиктерді ажыратуға әдеттегі болып табылады. Кез келген қысым датчигінің құрамына мыналар кіреді: сезімтал элементі бар бастапқы қысымды түрлендіргіш; әр түрлі конструкциялардың дене бөліктері; сигналды қайта өңдеу сұлбалары. Қысым датчигі шығыс параметрлеріне зерттелетін кеңістіктің (бу, газ немесе сұйықтық) қысымы әсер ететін өлшеу құралы болып табылады. Қазіргі инженерлік жүйелерде қысым датчиктерін қолдану міндетті болып табылады. Оларсыз энергетика, мұнай, газ, тамақ және басқа да маңызды салаларда пайдаланылатын автоматты жүйелер болмайды.

Қысым датчиктерінен сигналдар баяу, сондай-ақ тез жеткізілуі мүмкін. Арнайы баяу өзгеретін сигналдарды енгізу үшін интегралдаушы АСТ қолданылады. Олар сигналдың жылдам емес мәнін өлшейді (кедергілердің әсерінен өзгереді), ал берілген уақыт аралығында сигналдық функцияны интеграциялайды, ол бақыланатын ортада болып жатқан процестердің тұрақты уақытынан аз, бірақ ең төмен жиілікті бөгеуілдер кезеңінен көп. Айнымалы қысымдарды өлшеу үшін аналогты шығу сигналы бар датчиктер қолданылады, мысалы, 0-20, 4-20 мА және 0-5, 0,4-2 В. Пьезоэлектрлік датчиктер 1Гц-тен 100кГц-ке дейінгі жиілік диапазонындағы жылдам уақыттық процестерді өлшеу үшін қолданылады.

Қазіргі кезде қысым датчиктерін құрудың ең көп таралған бағыттарының бірі жартылай өткізгіштердің микроэлектрондық технологияның жетістіктерін барынша пайдалана отырып интегралды

тензорезисторлық түрлендіргіштерді әзірлеу болып табылады. Жартылай өткізгіш тензорезисторлардың жоғары сезімталдығы, тензорезисторлық түрлендіргіштердің серпімді элементтерінде монокристалды материалдарды қолдану, жоғары тұрақтылық пен сенімділік, сигналды өңдеудің интегралды микросхемаларымен технологиялық үйлесімділік, жартылай өткізгіш сезімтал элементтердің шағын өлшемдері, дайындаудың топтық технологиясын қолдану мүмкіндігі олардың негізгі артықшылықтары болып табылады. Сондықтан жартылай өткізгіш түрлендіргіштер бүкіл әлемде аспап жасаушылардың назарын өзіне тартады [1, б.21].

Кез келген қысым датчигінің әрекет принципі сезімтал элемент сыналатын қысымды түрлендіру болып табылады. Қысымның барлық түрлендіргіштерінің конструкциясына қысымның әсерінен пайда болатын деформациясы немесе орын ауыстыруы белгілі бетінің ауданы бар сенсорлар кіреді және өлшеу процесінде анықталады. Осылайша, көптеген қысым датчиктері де орын ауыстыру детекторлары немесе күші негізінде іске асырылады. Мұндай қысым датчигінің практикалық маңызы болуы үшін қозғалыс материалдың серпімділік шегі шеңберінде қалу үшін жеткілікті аз болуы тиіс, бірақ оны жеткілікті түрде ажыратумен анықтауға болатын жеткілікті үлкен болуы тиіс. Демек, жұқа икемді компоненттер төмен қысымда және жоғары қысымда қалың және қатты түрде қолданылады.

Қысым датчиктерінің құрамына кіретін сезімтал элементтер сыртқы кернеудің әсерінен Деформацияланатын механикалық құрылғылар болып табылады. Мұндай құрылғылар Бурдон түтіктері (С-тәрізді, спиральді және бұралған), гофрленген және аспалы диафрагмалар, мембраналар, сильфондар және нысаны қысымның әсерінен өзгеретін басқа да элементтер болуы мүмкін.

Қысым датчигі тұрады:

– сезімтал элементі бар бастапқы қысымды түрлендіргіш;
– конструкциясы әртүрлі корпустық элементтер;
– сигналды қайта өңдеуге мүмкіндік беретін сұлбалар.

1.2 Қысымды өлшеу әдістері

Жалпы позицияларға сүйене отырып, қысым тікелей өлшеу жолымен де, сондай-ақ өлшенетін қысымға функционалдық байланысты басқа физикалық шаманы өлшеу арқылы да айқындалуы мүмкін.

Бірінші жағдайда өлшенетін қысым аспаптың сезімтал элементіне тікелей әсер етеді, ол қысым мәні туралы ақпаратты оны талап етілетін нысанға түрлендіретін өлшеу тізбегінің кейінгі буындарына береді. Қысымды анықтаудың бұл әдісі Тікелей өлшеу әдісі болып табылады және қысымды өлшеу техникасында кеңінен таралған. Онда көптеген манометрлердің және қысымды өлшеуіш түрлендіргіштердің әрекет ету принциптері негізделген.

Екінші жағдайда өлшенетін ортаның физикалық қасиеттерін сипаттайтын басқа физикалық шамалар немесе параметрлер тікелей өлшенеді,

олардың мәні қысыммен заңды байланысты (сұйықтықтың қайнау температурасы, ультразваның таралу жылдамдығы, газдың жылу өткізгіштігі және т.б.). Бұл әдіс қысымды жанама өлшеу әдісі болып табылады және әдетте сол немесе басқа себептер бойынша тура әдіс қолданылмайтын жағдайларда қолданылады, мысалы, аса төмен қысымды өлшеу кезінде (вакуумдық техника) немесе жоғары және аса жоғары қысымды өлшеу кезінде қолданылады.

Қазіргі қысым датчиктері кіріс параметрлерін электрлік түрлендірудің әртүрлі әдістеріне негізделген. Шағын тензорезисторлы, пьезорезистивті, пьезоэлектрлік, Холл әсерін және басқа да қысым датчиктерін пайдаланатын монокристалды серпімді элементі бар сыйымдылықты шығарылады. Әлемдік нарықта айнымалы магнитті кедергісі бар электр датчиктері, ауыспалы сыйымдылығы бар конденсаторлық датчиктер, Foxboro фирмасының вибро жиілікті түрлендіргіштері, жұқа пленкалы немесе тозаңдатылған металл резисторларды пайдалана отырып тензометриялық датчиктер, жартылай өткізгіш тензорезисторлары бар тензометриялық түрлендіргіштер кеңінен таралған.

Жұмыс істеу принципіне байланысты қысым датчиктері болуы мүмкін:

– сыйымдылықты;
– пьезоэлектрлік;
– оптикалық;
– сынап;
– магниттік;
– пьезорезонанстық;
– резистивті.

Сыйымдылық қысым датчиктері. Бұл ең қарапайым құрылымға ие датчиктердің бірі. Ол екі жазық электродтан және олардың арасындағы саңылаудан тұрады. Осы электродтардың бірі мембрананы көрсетеді, ол өлшенетін қысымды басады, соның салдарынан саңылау шамасы өзгереді. Яғни, шын мәнінде, датчиктердің бұл түрі саңылаудың өзгеретін шамасы бар конденсатор болып табылады. Ал конденсатордың сыйымдылығы саңылаудың шамасына байланысты. Сыйымдылық датчиктері қысымның өте аз өзгерістерін белгілей алады. Қысым датчиктерінде сыйымдылық типті екінші түрлендіргіштер қолданылады. Бұл тәсіл өлшеу техникасының жаппай өндірісі пайда болғаннан бері дәстүрлі сенсорларда қолданылды. Мұндай құрылғыларда мембрананың барлық беті конденсаторды төсеу ретінде әрекет етеді. Конденсатордың бір беткейі ретінде қозғалмайтын металл негіз, екінші беткейі – дөңгелек пішінді иілгіш мембрана, шеңбер бойынша бекітілген. Мұндай құралдардың шағын нұсқасында кремний мембрана қолданылады. Металл пленкаларды газофазды тұндыру әдісімен конденсатордың жоғарғы және төменгі қабаттары қалыптасады. Қысымның әсерінен деформацияланбайтын облыста температуралық компенсацияны қамтамасыз ету үшін эталон ретінде осындай конденсатор орналасады [2, б.32].

1.1-сурет – Сыйымдылық қысым датчиктері

Қысымның сыйымдылық датчиктері кремнийлі диафрагмалар негізінде іске асырылады. Мұндай датчиктерде диафрагманың тірек пластинасына қатысты жылжуы олардың арасындағы сыйымдылықты өзгертеді. Сыйымдылықты датчиктер төмен қысымда ең тиімді жұмыс істейді. Диафрагманың жылжуы мәндердің кең ауқымында сыйымдылықтың 25% өзгертуін қамтамасыз етуі мүмкін, бұл өлшеу нәтижелерін тікелей цифрлау жүргізуге мүмкіндік береді.

Алайда инерциялық датчиктерде өзінің қолданылуына қарама-қарсы (жылдамдату датчиктері мен автомобильді іздеу жылдамдығының датчиктерін қараңыз), сыйымдылықты қысым датчиктері мұндай кең таралған емес, өйткені олар осындай артықшылықтарды (атап айтқанда, дәлдікке қатысты) ұсынады. Басқа аталған датчиктерден айтарлықтай айырмашылығы мыналардан тұрады: қысым датчиктері өлшеу ортасымен тікелей байланысты талап етеді. Бұл диэлектрлік сипаттамалар осындай сыйымдылық датчиктерді калибрлеуге әрдайым әсер етеді, осылайша, тек ағымдағы ортаға байланысты емес, сонымен қатар ортаның болмауы жағдайында ("құрғақ" жағдайда) мүмкін. Өлшеу ортасының таза бөлімі әлі күнге дейін елеулі техникалық шығындармен мүмкін болды. Мембраналық датчиктің майысуы кезінде пайда болатын мембрананың деформациясының тензорезисторлық бұрылуы тензорезисторлардың көмегімен (артық кернеу немесе кедергі) тіркеледі. Деформациялар кедергісі мембранаға (мысалы, шашырату немесе тозаңдату) ауыстырылады.

Пьезоэлектрлік қысым датчиктері. Осы типті датчиктердің сезімтал элементі пьезоэлемент – деформация кезінде эклектикалық сигналды бөлетін материал болып табылады (тура пьезоэффект). Пьезоэлемент өлшенетін ортада болады, ол қысым өзгерісінің пропорционалды шамасына сәйкес ток бөледі. Пьезоматериалдағы электр сигналы тек деформация кезінде ғана бөлінеді, ал тұрақты қысым кезінде деформация болмайды, онда бұл датчик тез өзгеретін қысымды өлшеу үшін ғана жарамды. Пьезоэлектрлік қысым датчиктері акустикалық, жылдам және импульстік қысымды бақылау үшін ғылым мен техниканың әр түрлі салаларында кеңінен қолданылады. Олар жақсы пайдалану сипаттамаларына, кең динамикалық және жиілік

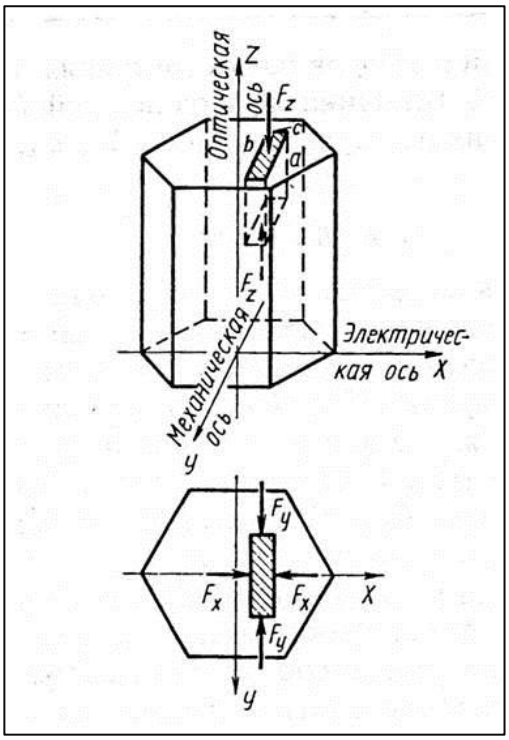
диапазондарына, шағын өлшемдерге, жоғары сенімділікке ие, қоректендіру көздерін талап етпейді.

1.2-сурет – Пьезоэлектрлік қысым датчигі

Пьезоэлектрлік датчиктің жұмысы пьезоэлектрлік әсер деп аталатын физикалық құбылысқа негізделген. Бұл әсер кейбір кристалдарда олардың қырларында кристалды қысу кезінде белгілі бір бағытта әртүрлі белгілердің электр зарядтарының пайда болуы түрінде көрінеді. Қысу (немесе сығылу) күшінің мәніне байланысты зарядтардың саны, демек, қырлары арасында өлшенген потенциалдардың айырмасы өзгереді. Пьезоэлектрлік датчиктер генераторлық типке жатады [3, б.41].

Пьезоэлектрлік дыбыс түсіргіштер кеңінен танымал: дыбыс түсіргіштің инесі дыбыс жолының тереңдігінің барлық өзгерістерін қабылдайды және оларды пьезокристаллға жібереді. Пьезокристалдан шығу кернеуі күшейе түседі және динамик арқылы жазылған дыбыстарды естиміз. Пьезоматериалдағы электр сигналы тек деформация кезінде ғана бөлінеді, ал тұрақты қысым кезінде деформация болмайды, онда бұл датчик тез өзгеретін қысымды өлшеу үшін ғана жарамды. Пьезоэлектрлік қысым датчиктері акустикалық, жылдам және импульстік қысымды бақылау үшін ғылым мен техниканың әр түрлі салаларында кеңінен қолданылады. Қысуға байланысты қырларда зарядтардың пайда болуы тікелей пьезоэффект деп аталады. Кері пьезоэффект – кристалдың қырына кернеу бергенде оның өлшемдері өзгереді (ол қысылады немесе сығылады).

Кері пьезоэффект ультрадыбыстық генераторларда қолдануды тапты. Ал тікелей пьезоэффектке негізделген пьезоэлектрлік датчиктер қысымдарды, дірілдерді, үдеулерді, жылдам ағатын процестердің басқа да параметрлерін өлшеу үшін автоматикада қолданылады.



1.3-сурет – Кварц кристалы және оның симметрия осі

Кристалда симметрияның үш осін бөліп көрсетуге болады:

– Z – оптикалық ось деп аталатын бойлық ось;

– X – призма қабырғасынан бойлық оське перпендикуляр өтетін көлденең ось;

– У – призманың қырынан Z, X осьтеріне перпендикуляр өтетін көлденең ось.

Параллелепипед кварц кристалынан оның қырлары X, У, Z осьтеріне перпендикуляр болатындай етіп кесеміз және X, У, Z осьтері бойынша бағытталған күштер әсерінен оның қырларында зарядтардың пайда болуын қарастырамыз, яғни қырларының жазықтықтарына қалыпты. Fx күшінің әсерімен x электр осінің бойымен параллепипедтің әр қырында, X осіне перпендикуляр электр зарядтары пайда болады. Зарядтардың шамасы кристалдардың геометриялық өлшемдеріне байланысты емес, Рx күшімен анықталады. Зарядтардың белгісі (полярлығы) X осі бойынша күш бағытына (қысу күші немесе созылу күші) байланысты.

Механикалық осьтің бойымен Fy созылу күшінің әсерімен У зарядты сол қырларда пайда болады, бірақ зарядтың белгісі fx қысу күшінің әсерінде болады. Сәйкесінше, fy қысу күші сол қырларда зарядтардың пайда болуына және FX созылу күші сол белгіге әкеледі. Күш әсерінен зарядтың шамасы В және С кристалдарының геометриялық өлшемдеріне байланысты және күшке пропорционалды. Пьезоэлементтің қырында Рx және Ру күштерінің әсерінен пайда болатын электр заряды күштің әрекеті тоқтағаннан кейін жоғалады. Сонымен қатар, күш үнемі қосылған болса да, заряды ауа немесе оқшаулау

арқылы ағады. Сондықтан пьезоэлектрлік датчиктер зарядтың айнымалы күштерінің әсерінен барлық уақытта толатын динамикалық процестерді өлшеу үшін ғана қолданылады.

Оптикалық қысым датчиктері. Оптикалық қысым датчиктері екі өлшеу принципінде құрылуынуы мүмкін: талшықты-оптикалық және оптоэлектрондық. Талшықты-оптикалық қысым датчиктері ең дәл және олардың жұмысы температураның ауытқуына байланысты емес.

Сезімтал элемент – оптикалық толқын болып табылады. Мұндай аспаптардағы қысымның өлшенетін шамасы туралы әдетте сезімтал элемент арқылы өтетін жарықтың амплитудасы мен поляризациясының өзгеруі бойынша өлшенеді. Бұл типті оптоэлектронды датчиктер көп қабатты мөлдір құрылымдардан тұрады. Бұл құрылым арқылы жарықты өткізеді. Мөлдір қабаттардың бірі ортаның қысымына байланысты өз параметрлерін өзгерте алады. Өзгеруі мүмкін 2 параметр бар: біріншісі – сыну көрсеткіші, екіншісі – қабат қалыңдығы. Иллюстрацияда екі әдіс көрсетілген, сыну көрсеткішінің өзгеруі (а сурет), қабат қалыңдығының өзгеруі (б-сурет). Төмен қысымдарды өлшеу кезінде немесе динамикалық диапазонды арттыру үшін қалың мембраналар қолданылса, берілген рұқсат мәндерін алу үшін диафрагманың жылжу шамасы жеткіліксіз болуы мүмкін. Осыған қосымша көптеген пьезорезистивті және кейбір сыйымдылықты датчиктердің жұмыс сипаттамалары температураға өте байланысты, бұл қосымша температуралық компенсация тізбектерін пайдалануды талап етеді [4, б.53].

Оптикалық өлшеу әдістері қысымды детектендірудің басқа әдістеріне бірқатар артықшылықтарға ие: қарапайымдылыққа, төмен температуралық сезімталдыққа, жоғары рұқсат ету қабілетіне және жоғары дәлдікке. Жарық интерференциясы құбылысының негізінде жүзеге асырылған оптоэлектронды датчиктер әсіресе перспективалы болып табылады. Мұндай түрлендіргіштер Фабри-Пероның шағын қозғалыстарын өлшеу принципін қолданады. L қашықтықта бір-біріне қарама-қарсы орналасқан екі жартылай шағылыстырғыш айналардан тұратын Фабри-Қауырсын оптикалық резонаторлары. Резонаторға жарық белгілі сипаттамалары бар көзден, мысалы, лазерден түседі. Фотондар резонаторға түсіп, бір айнадан көріне бастайды. Осы көріністер процесінде олар бір-бірімен интерферациялайды. Шын мәнінде, резонатор жарық жинағыштың рөлін атқарады. Резонатордың шегінен тек белгілі бір жиіліктегі фотондар шығуы мүмкін. Осылайша, Фабри-Перо интерферометрінің өткізу жиілігі резонатордың ұзындығымен анықталатын жиілік фильтрі болып табылады деп есептеуге болады. Резонатордың ұзындығын өзгерткен кезде шығатын жарықтың жиілігі де өзгереді. Егер айналардың бірін жылжымалы жасаса, онда жарық импульстерінің шығу жиілігін өлшей отырып, резонатор ұзындығының өте аз өзгерістерін анықтауға болады.

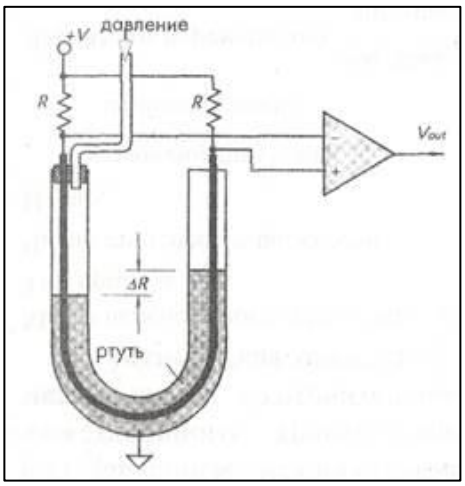
Бұл параметрлердің өзгеруі кезінде жарық қабаттары арқылы өтетін сипаттамалар өзгереді, бұл өзгеріс фотоэлементпен тіркеледі. Бұл типті датчиктің артықшылықтарына өте жоғары дәлдікті жатқызуға болады.

Өлшеу объектісінің өзгеруі резонатор өлшемдерінің өзгеруіне (айналардың орын ауыстыруына) әкелетін кез келген физикалық шама болуы мүмкін: мысалы, механикалық кернеу, күш, қысым және температура. Оның әмбебаптығы арқасында Фабри-Перо детекторлары кең таралған. Мысалы, олар қысым мен температураны өлшеу үшін қолданылады, мұндай датчиктер сыну коэффициентінің өзгеруінен немесе резонатордың физикалық ұзындығының өзгеруінен туындаған оптикалық жол ұзындығының өзгеруін анықтайды. MEMS технологияларының көмегімен жасалған Фабри-Перо детекторлары миниатюралық өлшемдерге және төмен бағаға ие. Фабри-Пероның микродатчиктерінің тағы бір артықшылығы-интерференционды сигналды генерациялау үшін оларға кез келген когерентті жарық көздері қолайлы. Жарық интерференция принципін пайдаланатын оптоэлектронды қысым датчигінің сұлбасы датчиктің құрамына келесі компоненттер кіреді: кремний төсенішінде түзілген диафрагмасы бар оптикалық қысым түрлендіргішінің пассивті кристалы; жарық сәуле шығаратын диод (СИД) және детектор кристалы. Детектор үш p-n фотодиодтан тұрады, олардың екеуіне қалыңдығы бойынша аз айырмашылық бар Фабри-Пероның оптикалық сүзгілері жапсырылған. Оптикалық түрлендіргіш сыйымдылықты қысым датчигіне ұқсас, онда конденсатор диафрагманың ауытқуын өлшеу үшін пайдаланылатын Фабри-Перо интерферометріне ауыстырылуынан басқа. Монокристалды кремнийден жасалған төсемде өңдеу әдісімен қалыптасқан диафрагма металдың жұқа қабатымен жабылған. Шыны пластинаның төменгі жағына металл жабыны салынған [5, б.62].

Металлдың екі қабаты айнымалы ауа саңылауы бар Фабри-Перо интерферометрін қалыптастырады, оның құрамына: қысым өзгерген кезде өз жағдайын өзгертетін мембранада орналасқан жылжымалы айна және шыны пластинадағы оған параллель стационарлық жартылай мөлдір айна кіреді. W шамасы сызықтық тәуелділіктің сыртқы қысымымен байланысты болғандықтан, шағылысқан сәулелену толқынының ұзындығы қысымның өзгеруі кезінде өзгереді. Датчиктің әрекет ету принципі түсетін және шағылысқан сәулелерді қосудан алынатын толқын ұзындығының модуляциясын өлшеуге негізделген. Периодтық интерференциялық сигналдың жиілігі интерферометрдің жұмыс қуысының енімен анықталады, ал оның кезеңі l/2w тең. Детектор демодулятор ретінде жұмыс істейді, электрлік шығыс сигналы қоса берілген қысымға сәйкес келеді. Ол қысым датчигінің жұмыс камерасының биіктігін және виртуалдық камераның қалыңдығын салыстыратын оптикалық компаратор болып табылады. Бұл камералардың өлшемдері тең болғанда, фотодетектор тогы барынша болады. Қысымның өзгеруі кезінде сәулелену көзі толқынының орташа ұзындығының жартысына сәйкес келетін кезеңмен фототоктың косинусты модуляциясы жүргізіледі. Сүзгі жоқ фотодиод детекторға түсетін жарықтың толық қарқындылығын қадағалайтын эталондық диод ретінде қолданылады. Оның шығу кернеуі өлшеудің нормаланған нәтижелерін алу үшін сигналдарды кейіннен өңдеу кезінде қолданылады. Ол әдетте микропроцессорлық жүйеге

қосылады. Осыған ұқсас қысым датчиктері оптикалық талшықты жарық өткізгіштердің негізінде іске асырылады [6, б.78].

Вакуумдық қысым датчиктері. Бұл да өте қарапайым өлшеу құралы. Көбінесе мұндай датчиктер газ қысымын өлшеу үшін қолданылады. Хабарланатын түтікше принципі бойынша жұмыс істейді. Осы түтікшенің біріне өлшенетін қысымды қысқанда, қысым сынап бағанасының шамасы бойынша анықталады.



1.5-сурет – Газ қысымын өлшеу үшін қолданылатын сынаппен толтырылған U-тәрізді қысым датчигі

Жерге тұйықтау нүктесімен U-тәрізді сым орталықта сынап бар U-тәрізді түтікке орналастырылады. Бұл сымның бір бөлігі сынаппен жабылған, нәтижесінде сымның екі тармағының кедергісі әрдайым сынап бағаналарының биіктігіне пропорционалды болады. Алынған резисторлар Уитстон көпірінің схемасына енгізілген, ол теңдестірілген күйде түтікшедегі дифференциалды қысым нөлге тең. Түтікше ұштарының біріне (мысалы, сол жақ) қоса берілген қысым көпірлік схеманың теңгерілуіне және оның шығуында нөлдік емес сигналдың пайда болуына әкеледі. Түтіктің сол жақ бөлігіндегі қысым жоғары болған сайын, тиісті иықтың кедергісі соғұрлым көп және қарама-қарсы қарсылық соғұрлым аз болады.

Сынап датчиктері көбінесе газ қысымын өлшеу үшін қолданылады. Жерге қосу нүктесімен U-тәрізді сым орталықта сынап бар U-тәрізді түтікке орналастырылады. Бұл сымның бір бөлігі сынаппен жабылған, нәтижесінде сымның екі тармағының кедергісі әрдайым сынап бағаналарының биіктігіне пропорционалды болады. Алынған резисторлар Уитстон көпірінің схемасына енгізілген, ол теңдестірілген күйде тұрбадағы дифференциалды қысым нөлге тең. Түтікше ұштарының біріне (мысалы, сол жақ) қоса берілген қысым көпірлік схеманың теңгерілуіне және оның шығуында нөлдік емес сигналдың пайда болуына әкеледі. Түтіктің сол жақ бөлігіндегі қысым жоғары болған сайын, тиісті иықтың кедергісі соғұрлым көп және қарама-қарсы қарсылық соғұрлым аз болады. Өкінішке орай, қарапайымдылық оның жалғыз

артықшылығы болып табылады, өйткені ол бірқатар елеулі кемшіліктерге ие: прецизионды теңестіру қажеттілігі, соққы мен дірілден нашар кедергіден қорғалуы, үлкен габариттері және газдың сынап буымен ластануы. Мұндай датчикті көлбеу детекторы ретінде де қолдануға болады, өйткені оның шығуында нөлдік сигнал түтікшенің иық иығына сыртқы қысым болмаған кезде оның қатаң көлденең орналасуын куәландырады.

Кез келген вакуумдық жүйе немесе қарапайым құрылғы басқару панелінің қаншалықты дұрыс жұмыс істеуіне тікелей байланысты. Бірақ барлық қондырғылар басқару панелімен жабдықталмағанын ұмытпау керек, бұл жұмыс процесін бақылау және оның белгілі бір аспектілерін реттеу айтарлықтай күрделі болып отыр дегенді білдіреді. [7, б.75].

Қондырғылардан вакуумдық датчикті алып тастағанда қандай да бір ақаулықтардың пайда болу қаупі бірден бірнеше есеге өседі, яғни агрегат кез келген сәтте жаңылыс бере алады. Вакуумдық датчиктер бірнеше басты санаттарға ие, олардың әрқайсысы белгілі бір процесс үшін жауап береді.

Вакуумдық датчиктердің санаттары:

– вакуумдық жүйенің датчиктері;
– вакуумдық сорғы датчиктері;
– пирани вакуумдық датчиктері.

Бұл қазіргі уақытта ең кең таралған вакуумдық датчиктердің үш негізгі түрі. Осы датчиктердің әрқайсысы белгілі бір салада өзінің қолданылуын тапты, онда әртүрлі процестердің реттеушісі болып табылады.

Вакуумдық жүйенің датчиктері. Вакуумдық қысым датчиктері соңғы бірнеше жыл кез келген вакуум жүйесінің ажырамас бөлігі болып табылады. Егер қондырғыда вакуумдық қысым датчиктерін ауқымды енгізу себептері туралы айтатын болсақ, онда ол өте қарапайым. Орта, жоғары немесе аса жоғары вакуумды қалыптастырумен айналысатын кез келген вакуумдық механизм вакуумды құру процесін бастау үшін жеткілікті болатын қысымның белгілі бір деңгейін қажет етеді. Вакуумдық датчиктердің құнына келетін болсақ, қазіргі уақытта олардың бағасы өте жоғары. Оның басты себебі – бұл датчиктерді жасау қиындығы, себебі олар жиі жүйелермен бірге жеткізіледі.

Вакуумдық қысым датчигі – бұл белгілі бір қысым мен тамшылар көп қозғалуына мүмкіндік беретін реттеуіштің рөлін өзіне алатын құрылғы. Вакуумдық датчиктер мұндай тетіктерге өз бөлшектеріне зиян келтірмей жұмыс істеуге мүмкіндік береді, өйткені артық қысым жағдайында қондырғы оңай жарылуы мүмкін. Осыдан вакуумдық жүйелердегі вакуумдық қысым датчиктерінің рөлі барынша үлкен және оларды барлық вакуумдық қондырғыларға енгізуге болады.

Егер вакуумдық жүйелердегі датчиктер қаншалықты танымал болып табылатыны туралы айтатын болсақ, мұндай датчиктер вакуумдық жүйелердің көпшілігінің ажырамас бөлігі болып табылатыны жөнінде ешқандай күмән тудырмайды. Вакуумдық датчиктердің басты мақсаты – вакуумның пайда болу процесін реттеу. Егер қондырғыда вакуумдық қысым датчиктерін ауқымды енгізу себептері туралы айтатын болсақ, онда ол өте

қарапайым. Орта, жоғары немесе аса жоғары вакуумды қалыптастырумен айналысатын кез келген вакуумдық механизм вакуумды құру процесін бастау үшін жеткілікті болатын қысымның белгілі бір деңгейін қажет етеді.

1.6-сурет – Вакуумдық қысым датчиктері

Мұндай датчиктердің функционалы вакуум пайда болған кезде қандай да бір іркілістер болған кезде көрінеді. Бұл жағдайда, құрылғы басқару панеліне бірден сигнал береді, содан кейін пайдаланушы қалыптасқан мәселені бірден жоя алады. Вакуумдық жүйелерге арналған датчиктердің негізгі артықшылықтарының бірі олардың жұмысының жылдамдығы мен сенімділігі болып табылады. Бұл аспектілер кез келген ақаулар туралы бірден білуге және ықтимал қатерді уақытында жоюға мүмкіндік береді.

Вакуумдық сорғы датчиктері. Вакуумдық сорғы датчиктері – бұл әр вакуум құрылғысында орнатылған ең көп таралған жабдықтың бірі. Вакуумдық сорғылардағы датчиктердің рөлі барынша үлкен, өйткені мұндай сорғылардың жұмыс істеу принципі вакуумның пайда болу мүмкіндігі сияқты факторға негізделеді. Егер вакуумдық датчиктерді қолдану саласы туралы айтатын болсақ, мұндай датчиктер түрлі әрекет ету принциптерінің құрылғыларында орнатылады. Бірақ бұл мұндай жабдықтың мүмкіндіктерінің шегі емес, өйткені қазіргі уақытта датчиктер жаңғыртылады және жақын арада олар әрбір вакуумдық жүйенің ажырамас бөлігі болады.

1.7-сурет – Вакуумдық сорғы датчиктері

Егер құрылғы вакуумның белгілі бір деңгейін жасаумен айналысатын болса, онда оған кез келген жағдайда механизмнің ішіндегі кез келген мүмкін болатын сынуларды жоққа шығара отырып, жұмыс процесін барынша сапалы реттей алатын белгілі бір реттеуіштер талап етіледі. Вакуумдық датчиктер бұл тұрғыда жұмыс процестерінің көпшілігін реттеп, өзінің барлық қабілеттерін көрсетеді. Вакуумдық сорғыштардағы датчиктер құрылғыны әртүрлі ағып кетуден қорғауға көмектеседі, олар жалпы механизмнің жұмысына жақсы әсер етпейді. Бұл датчикте көрсетілген уақыт кезеңінде белгілі бір нүктеге жетуі мүмкін сұйықтық ағынын реттеу көмегімен жасалады. Егер осы сұйықтық ағынының процесінде қандай да бір іркіліс орын алса, онда сенсор осындай ақауларды бірден бейтараптандырады, құрылғы өз жұмысын қалыпты режимде жалғастыра алады [8, б.115].

Пирани вакуумдық датчиктері. Пирани типті вакуумды датчиктер көбінесе төмен және орташа вакуумға арналған нұсқаларда шығарылады. Пирани вакуумдық датчиктерінің басты мақсаты – әртүрлі диапазондағы абсолютті қысымды өлшеу. Бұл датчик қазіргі уақытта сапалы жабдықтың жұмысын қажет ететін орта вакуумдық қондырғылардың көпшілігінде қолданылады.

1.8-сурет – Пирани вакуумдық датчигі

Пирани вакуумдық датчигінің импульстік жұмыс түрі кеңінен қолдану арқасында өзін көрсете алды. Бірақ айта кету керек, бұл мұндай датчиктердің даму шегі емес, өйткені олар одан әрі даму үшін барлық перспективалар бар рұқсат ету қабілетінің жоғары деңгейіне ие. Егер пиранидің жетілдірілген датчиктері туралы айтатын болсақ, олар жаңа элементтердің жұмысын білдіретін оңтайлы температуралық тұрақтандыру принципін пайдаланады. Мұндай датчиктерде тұрақтылық пен дәлдік көрсеткіштері бірнеше есе өсті, және мұны осындай датчигі бар құрылғы шын мәнінде тиімділіктің феноменалдық көрсеткіштерін көрсететін практикада да көруге болады.

Магниттік қысым датчиктері. Мұндай датчиктердің басқа атауы – индуктивті. Мұндай датчиктердің сезімтал бөлігінде Е-тәрізді пластина

орналасқан және оның ортасында катушка бар, қысымға сезімтал мембрананы өткізгеннен тұрады. Мембрана пластинаның шетінен аз қашықтықта орналасқан. Катушканы қосу кезінде пластина, ауа саңылауы және мембрана арқылы өтетін магниттік ағын жасалады. Саңылаудың магниттік өткізгіштігі пластина мен мембрананың магниттік өткізгіштігінен мың есе аз. Сондықтан да, саңылау көлемінің аздаған өзгеруі индуктивтіліктің елеулі өзгеруіне әкеледі.

Магниттік қысым датчигі – бұл жұмыс істеу принципі катушкалар мен өзекшенің индуктивтілігінің өзгеруіне негізделген аспап. Индукцияның өзгеруі катушканың магнит өрісіне металл зат еніп, оны өзгертеді. Сәйкесінше, компаратор негізгі рөл атқаратын қосылу схемасы өзгереді. Ол индукция өзгерген кезде реледе сигнал береді немесе электр тогының берілуін ажыратуға алып келетін соңғы транзистор (ажыратқыш).

Индуктивті датчик потенциометриялық түрлендіргіштен ерекшеленеді. Ол айнымалы ток ретінде кернеу ауысудың индуктивті түрлендіргіші қолданылады. Индуктивті қысым датчиктері өзінің қарапайымдылығына, жоғары шығу сигналына және сенімділігіне, әсіресе 1000 Гц дейінгі диапазондағы айнымалы қысымды өлшеу үшін халықаралық нарықта табысты бәсекелеседі. Индуктивті түрлендіргіштің жұмыс істеу принципі өзекше орауға қатысты орын ауыстырғанда магнит өткізгіштің ауа саңылауының өзгеруі салдарынан дроссельдің өзін-өзі индукциялау коэффициентінің өзгеруіне негізделген.

Пьезорезонанстық қысым датчиктері. Бұл түр де пьезоэффекті пайдаланады, тек өткен типке қарағанда кері пьезоэффект қолданылады – берілетін токқа байланысты пьезоматериал пішінін өзгерту. Осы типті датчиктерде электродтың екі жағынан түсірілген пьезоматериалдан жасалған резонатор (мысалы пластина) қолданылады. Электродтарға айнымалы бойынша әр түрлі белгінің кернеуі беріледі, осылайша пластина берілетін кернеудің жиілігімен бір ТҚК екінші жағына бүгіледі. Бірақ егер бұл пластинаға күш беретін болса, мысалы, қысымға сезімтал мембранамен, онда резонатордың тербелу жиілігі өзгереді. Резонатордың жиілігі және қысым мембранаға қысатын шаманы көрсетеді, ал ол өз кезегінде резонаторға береді. Қысым датчиктерінің құрамына міндетті түрде екі компонент кіреді: белгілі А ауданы пластина (мембрана) және шығу сигналы F күшіне сәйкес келетін детектор. Кремний диафрагмасы бар қысым датчигі диафрагмадан және резисторлар түріндегі пьезорезистивті түрлендіргіштердің диффузиялық әдісімен оған салынған. Кремний қысым датчиктерін жасаудың бірнеше әдістері бар. Тәсілдердің бірінде бор ионды имплантациясы әдісімен бір текше сантиметрде 3х1018 тең қоспалардың беттік концентрациясы бар пьезорезисторлар қалыптасатын беті <100> бағдарлы n типті кремнийден жасалған төсеніш пайдаланылады. Диафрагмаларды жасаудың басқа тәсілі аралық қабаттарды қолданбай монокристалды кремнийден төсеніштерді сенімді біріктіруге мүмкіндік беретін кремнийді еріту әдісіне негізделген. Бұл әдіс медициналық зерттеулер жүргізу үшін катетерлік типтегі

түрлендіргіштерде пайдаланылуы мүмкін микродатчиктерді (диафрагмалық типтегі қарапайым кремний қысымының сегіз еседен астам аз) қалыптастыруға мүмкіндік береді. Мұндай микродатчик екі бөліктен тұрады: жоғарғы және төменгі төсеніш. Төменгі бекітілген төсеніште анизотропты өңдеу әдісімен диафрагма өлшемі бойынша қуыс қалыптасады. Төменгі төсеніштің қалыңдығы 0.5 мм, ал диафрагманың талап етілетін ұзындығы – 250 мкм, сондықтан анизотропты уланудың нәтижесінде тереңдігі 175 мкм пирамидалы қуыс қалыптасады. Келесі бекітілген төменгі төсеніште n-типті эпитаксиалды қабаты бар p-типті кремнийден тұрады. Эпитаксиалды қабаттың қалыңдығы диафрагманың берілген соңғы қалыңдығына сәйкес келеді. Осыдан кейін бақыланатын өңдеу әдісімен жоғарғы төсеніштің бір бөлігі жойылады, нәтижесінде одан тек бір кристалды кремнийден жұқа қабат қалады, ол датчиктің диафрагмасын құрайды. Бұдан әрі ионды имплантация әдісімен резисторлар қалыптасады, ал өңдеу әдісімен түйіспелі тесіктер жасалады. Соңғы кезеңде төменгі төсеніш жерге тұйықталады және құрылғының қалаған қалыңдығын алғанға дейін – шамамен 140 мкм тегістеледі. Мұндай датчиктің өлшемдері дәстүрлі кремний қысымын түрлендіргіштен жартысы кем болса да, олар бірдей тензосезімталдыққа ие әр түрлі технологиялар бойынша алынған екі диафрагманы салыстыру көрсетілген. Диафрагманың мөлшері мен кристалл қалыңдығы бірдей болғанда, 50%-ға аз балқыту әдісімен алынған құрылғы. Монокристалды кремний серпімділіктің өте жақсы сипаттамаларына ие болғандықтан, бұл датчикте тіпті жоғары қысымда гистерезис жоқ. Кремнийдің Тензо сезімталдық коэффициенті жұқа металл өткізгіштің осыған ұқсас коэффициентінен көп есе асады. Әдетте тензорезисторлар Уитстон көпірінің схемасы бойынша қосылады. Мұндай датчиктердің максималды шығыс кернеуі әдетте бірнеше жүз милливольтты құрайды, сондықтан олардың шығуында әдетте сигнал күшейткіштері қойылады. Кремний резисторлары өте күшті температуралық сезімталдыққа ие, сондықтан олардың негізінде датчиктерді әзірлеу кезінде температуралық компенсация тізбектерін қарастыру қажет [9, б.165].

Резистивті қысым датчиктері. Датчиктердің бұл түрі тензорезистивті деп те аталады. Тензорезистор-деформацияға байланысты өзінің кедергісін өзгертетін элемент. Бұл тензорезисторлар мембранаға қысымның өзгеруіне сезімтал орнатылады. Нәтижесінде, мембранадағы қысым кезінде ол иіліп, оған бекітілген тензорезисторларды июденеді. Оның салдарынан оларға кедергі өзгереді және тізбектегі ток шамасы өзгереді.

Қысымды үздіксіз өлшеу және оның мәнін есепке алу сонымен қатар бақылау жүйесіне беру үшін аналогты шығымы бар қысым датчиктері стандартты шығыс ток сигналы немесе (айтарлықтай сирек) кернеу датчиктері қолданылады. Датчиктер артық немесе абсолютті қысымды, сондай-ақ кернеуді өлшей алады. Бұл датчиктің конструкциясына байланысты болады. Датчик сигналын түрлендіру модулінен, дисплейден және корпустан тұрады. Қазіргі уақытта металл мембранасы бар тензометриялық датчиктер жиі

кездеседі. Өте сезімтал керамикадан мембранасы бар сыйымды датчиктер кеңінен қолданылады.

Металл мембранасы бар тензодатчиктердің жұмыс істеу принципі титан мембранасына дәнекерленген қатты сапфир төсеміндегі кремнийдің жұқа пленкасында қалыптасқан тензорезисторлардың деформациясын өлшеуге негізделген. Кейде кремнийлі тензорезисторлардың орнына металлды қолданады: мыс, никель және т.б. тензорезисторлардың жұмыс істеу принципі материалдарда тензоэффект құбылысына негізделген, ол өткізгіштің сызықтық ұзаруы кезінде оның электр кедергісі артады. Тензорезисторлар Уитсон көпіріне қосылған. Өлшенетін орта қысымының әсерінен мембрана майысады, тензорезисторлар деформацияланады. Олардың кедергісі өзгереді, бұл көпірдің теңгеріміне әкеледі. Мембрана және датчик корпусы кремний органикалық сұйықтықпен толтырылған герметикалық құрылымды құрайды.

Көптеген артықшылықтарға қарамастан: агрессивті ортаның әсерінен қорғаудың жоғары дәрежесі, өлшенетін ортаның жоғары шекті температурасы, төмен құны, реттелген сериялық өндіріс тензосенсорлары мен металл мембранасы бар қысым датчиктері бірқатар кемшіліктерге ие. Атап айтқанда, беріліс сипаттамасының жойылмайтын уақытша тұрақсыздығы және қысым мен температураның әсерінен елеулі гистерезистік әсерлер. Бұл датчик корпусымен мембрананың қатты байланысы мен конструкцияның біркелкі еместігіне байланысты. Осы типті датчиктерді пайдалану кезінде тура және кері жүріс әсері әрдайым байқалады. Мысалы, 0-10 Bar шкаласы және 4-20 мА шығу сигналы бар датчик 5 Bar қысымын беріп, оны 0 мәннен бірқалыпты арттыра отырып, онда 11,5 мА шығу тогы орнайды. Егер сол датчик 5 Bar қысымын берсе, бірақ енді 10 Bar-мен бірқалыпты азайған болса, онда шығыс сигналы 12,5 мА болады. Бұл әсер металл мембрананың серпімді қасиеттеріне байланысты [10, б.79].

Қысым датчиктерінің сыйымдылық жұмысы конденсатор сыйымдылығының оның қалаулары арасындағы қашықтыққа тәуелділігіне негізделген. Қашықтық аз болса, сыйымдылық көп. Бір қалаудың (қозғалмалы) рөлі мембрананың ішкі жағын металдандыруды, екінші қалаудың (қозғалмайтын) рөлін – датчиктің негізін металдандыруды орындайды. Жылжымалы мембрана өте жұмсақ керамикадан, кремнийден немесе серпімді металдан жасалады.

Өте сезімтал керамикадан жасалған сыйымдылық датчиктің – артықшылығы конструкцияның қарапайымдылығы, жоғары дәлділік және көрсеткіштердің уақытша тұрақтылығы, толтыратын майдың болмауы арқасында төмен қысымды және әлсіз вакуумды өлшеу мүмкіндігі. Керамикалық мембрана химиялық-агрессивті орталарға коррозияға төзімділікке ие. Сонымен қатар керамикалық датчиктерде тікелей және кері жүрістің әсері жоқ. Бұл жағдайда мембрана тек датчик негізіне сығылады, өйткені олар гидравликалық соққы әсеріне аз ұшырайды. Датчиктердің кемшіліктері – сыйымдылықтың қолданбалы қысымға сызықтық емес тәуелділігін қамтиды, бірақ бұл сызықты емес сенсорлық электронмен

өтеледі. Мысалы, Endress+Hauser фирмасының Cerabar қысым датчиктерінің керамикалық сыйымдылық с датчиктарына өндіруші баптау коэффициенттерін көрсететін арнайы паспорт қоса беріледі. Датчикта ауыстырған кезде бұл коэффициенттер HART-коммуникатордың көмегімен датчиктің ішкі энергияға тәуелді жадына енгізілуі тиіс. Әйтпесе, қысымды өлшеу қателігі айтарлықтай артады. Қазіргі уақытта монокристалды кремний негізінде сезімтал элементтері бар датчиктер кеңінен таралған. Сапфир төсеміндегі кремнийдің негізіндегі аспаптармен ұқсас конструкцияға қарамастан, олар үлкен уақытша және температуралық тұрақтылыққа ие, екпінді және белгісіздік жүктемелердің әсеріне анағұрлым төзімді. Тура – кері жүрістің әсері де жоқ, бұл тамаша-серпімді материалды пайдаланумен түсіндіріледі.

Датчиктердің бұл түрі (қысымды интегралды түрлендіргіш) пьезорезисторлар диффузия әдісімен орналастырылған монокристалды кремнийлі мембрана болып табылады. Пьезорезисторлар Уинстон көпіріне қосылған. Интегралды қысым түрлендіргіш кристалы диэлектрлік негізге жеңіл балқитын шынымен немесе анодтық жалғау әдісімен бекітіледі. Таза агрессивті емес ортаның қысымын өлшеу үшін Low cost – шешімдер қолданылады. Осы типті датчиктердегі сезімтал элементтер мүлдем қорғалмаған немесе силикон гелінің қабатымен ғана қорғалған. Агрессивті орталарды өлшеу кезінде сезімтал элемент кремний органикалық сұйықтық арқылы интегралды қысым түрлендіргіш өлшенетін ортаның қысымын беретін тат баспайтын болаттан жасалған бөлгіш диафрагмасы бар герметикалық металл корпуста орналастырылады. Пьезорезистивті сенсорлары бар датчиктердің жетіспеушілігі өлшенетін ортаның салыстырмалы төмен шекті жұмыс температурасы – 150°С артық емес болып табылады.

Типіне қарамастан, резисивті датчик қысым датчигінің ең осал бөлігі болып табылады. Датчикті зақымданудан қорғау үшін әртүрлі қорғаныс құрылғылары қолданылады. Тұтқыр, агрессивті немесе қатты ластанған ортаның қысымын өлшеу кезінде датчик мембранасының коррозиясын немесе ластануын болдырмау үшін бөлу мембраналары немесе колонкалары қолданылады. Бөлгіш мембрана датчиктің алдында тікелей құрастырылады және өлшенетін сұйықтықпен датчиктің контактісіз қысымды беру үшін қызмет етеді. Өлшенетін сұйықтықтың қысымы бөлгіш мембрананың бір қуысына беріледі және мембрананы деформациялайды. Қысым датчигі инертті сұйықтықпен, мысалы, силикон майымен толтырылған екінші қуысқа қосылған және мембрананың деформациясын қабылдайды. Бөлу колонкалары ыстық мазут қысымын өлшеу үшін жиі қолданылады. Колонканың төменгі бөлігін және датчикті сумен толтырады, содан кейін мазут құбырындағы вентиль ашады. Мазут колонканың жоғарғы бөлігін толтырады және жоғарыдан қалады, өйткені тығыздығы төменнен сәл аз болса және онда ерімейді. Датчикті ортаның шамадан тыс қысымынан қорғау үшін арнайы серіппелі вентильдер қолданылады, олар автоматты түрде жабылып, қысым

немесе су соққысы кезінде датчикке қысым беруді жабады. Гидродатчикті соққыдан қорғаудың тағы бір тиімді тәсілі – көп камералы принцип бойынша жұмыс істейтін «BD Sensors Rus» компаниясы шығарған TTR қысым соққысын бәсеңдеткіш. Олар 20 миллисекунд және 70 МПа дейін амплитудасы бар гидросоққыштарды тиімді демпфирлеу қабілетіне ие. Ұзақтығы 100 миллисекундқа дейінгі қысым пульсациясы кезінде қысым соққысын бәсеңдеткіш қысым датчигіне төрт есе артық жүктемеге шыдауға мүмкіндік береді.

Жұмыс ортасының қысымын өлшеу үшін температурасы 300 °С дейін радиатор-салқындатқышты қолданады. Әдетте, ол тат баспайтын болаттан жасалады. Радиатор-салқындатқыш және бөлгіш мембрана дербес бұйымдар ретінде дайындалуы және құрастырылуы мүмкін немесе датчик конструкциясының бір бөлігі болуы мүмкін, мысалы, Wika фирмасының S-11 датчигінде. Қысым датчиктері екі -, үш - немесе төрт сымды схема бойынша екінші аспаптарға қосылуы мүмкін. Екі сымды схема бойынша 4-20 мА шығу сигналы бар датчиктер ғана қосылады. Бұл қорек тізбегінде (бір мезгілде және шығу сигналын беру тізбегі болып табылатын) датчиктің электрондық "толтыру" қоректенуін қамтамасыз ететін шағын ток әрдайым өтуі тиіс. Бұл жағдайда бұл ең төменгі ток 4 мА-ға тең. Бұл датчиктер сигнал 0-5 мА немесе 0-20 мА қосылғанда екісымды схемасы бойынша жұмыс істемейді, өйткені болған жағдайдағы қысым ток тізбегінде, сондай-ақ болуы тиіс нөлге тең. Тиісінше, бұл жағдайда датчиктің электроникасы электрмен қоректендірусіз қалады және жұмыс істеуді тоқтатады.

Егер датчиктің шығыс ток сигналы тұрақты кіріс қысымы кезінде тұрақсыз болса, онда, әдетте, бұл күшті электромагниттік кедергілердің болуымен байланысты. Кедергінің әсерін азайту датчиктің жерге қосылған корпусы мен қуат көзі контактісі (және/немесе шығыс сигналының контактісі) арасында датчиктің контактілік қалыбына конденсаторларды орнатуға болады. Конденсаторлардың шықпалары ең аз ұзындықта болуы тиіс. Жоғары жиілікті бөгеуілдерді басу үшін сыйымдылығы 300...500 пф жоғары жиілікті конденсатор жеткілікті, сыйымдылығы 1...2 мкф К73-17 типті төмен жиілікті бөгеуіл – конденсаторды басу үшін. Кейбір қысым датчиктері, мысалы, DS200 өндіруші BD Sensors ток шығысынан басқа, іске қосылатын шектері бар кіріктірілген релесі бар. Олардың көмегімен әртүрлі автоматика жүйелерін іске асыруға болады, мысалы, насос (сорғы) қондырғысының АВР және бір уақытта орта қысымының ағымдағы мәнін бақылауға болады. Қысым датчиктерін пайдалану кезінде өлшеу шкаласының мәнін өзгерту немесе нөлді орнату қажеттілігі жиі туындайды. Барлық датчиктер (соның ішінде ең заманауи) мұны жасауға мүмкіндік бермейді. Әдетте, бюджеттік аспаптар бір бөлікке бөлінеді, яғни қайта құрылмайды. Ең жақсы жағдайда шағын диапазонда нөлді және шкаланы орнату мүмкіндігі бар. Аса қымбат модельдер нөлдік көрсеткіштер мен шкалаларды үлкен шектерде түзетуді жүзеге асыруға, "нөлдің" стандартты емес мәндері мен шкалаларды орнатуға және тіпті шығу сигналын инвертациялауға мүмкіндік береді (бұл жағдайда

нөлдік қысымға қысымның өсуімен азайтылатын 20 мА датчигінің максималды шығыс тогы сәйкес келеді) [11, б.203].

Көп таралған қысым датчиктеріндегі шкаланың қосымша құрылысы өлшенген шаманың дәлдігін арттыру үшін, не өлшеу диапазонын кеңейту үшін, не белгілі бір параметрлері бар қайталама аспаптармен келісу үшін орындалады. Датчик шкаласының ең жоғарғы мәні орта қысымынан айтарлықтай асып кеткен жағдайда көріністің дәлдігін арттыру шкаланың қосымша жүзеге асырылуына әкеледі. Бұл жағдайда датчиктің шкаласын азайтқан жөн, бұл ретте көріністің дәлдігін арттыру қажет, өйткені өлшенетін қысымның бірлігіне шығыс ток сигналының үлкен өзгеруі тура келеді.

1.3 Температура датчиктерінің техникалық сипаттамалары

Әр түрлі технологиялық процесстерді автоматтандыру, әр түрлі агрегаттарды, машиналарды, механизмдерді тиімді басқару, әр түрлі физикалық шамаларды көптеген өлшеуді талап етеді. Қазіргі уақытта өнеркәсіпте әртүрлі физикалық шамаларды өлшеу үлесі шамамен температура – 50%, шығын (массасы және көлемі) – 15%, қысым – 10%, деңгейі – 5%, саны (массасы, көлемі) – 5%, уақыт – 4%, электрлік және магниттік өлшемдер – 4%-дан аз болып келеді. Бұл бөлуден қазіргі заманғы өнеркәсіптік өндірісте температураны өлшеу барынша кең тараған болып табылатыны көрініп тұр (мысалы, орташа өлшемді атом электр станциясында осындай өлшеу жүргізілетін 1500 нүкте бар, ал химиялық өнеркәсіптің ірі кәсіпорнында осындай нүктелер 20 мыңнан астам болады). Өлшенетін температуралардың кең диапазоны, өлшеу құралдарын қолданудың әртүрлі шарттары және оларға қойылатын талаптар, бір жағынан, температураны өлшеу құралдарының әртүрлілігін анықтайды, ал екінші жағынан, дәлдікке, жылдамдыққа, кедергіге төзімділікке қойылатын талаптарды қанағаттандыратын бастапқы түрлендіргіштер мен датчиктердің жаңа түрлерін әзірлеу қажеттілігін анықтайды. Дегенмен, қазіргі уақытта температуралық датчиктер түрлерінің саны да өте үлкен, осы датчиктердің барлық түрлерін осы бөлімде қарастырамыз.

Температураны біз күн сайын кездестіреміз және бұл бізге ең таныс физикалық шама. Басқа да датчиктер арасында температуралық түрлердің үлкен әртүрлілігімен ерекшеленеді және ең кең таралған болып табылады.

Сынап бағанасы бар шыны термометр бұрыннан бері белгілі және қазіргі уақытта кеңінен қолданылады. Температураның әсерінен өзгеретін кедергі терморезисторлары осы типті датчиктердің салыстырмалы аз құнының арқасында әртүрлі құрылғыларда жиі қолданылады. Терморезисторлардың үш түрі бар: теріс сипаттамасымен (олардың кедергісі температураның жоғарылауымен азаяды), оң сипаттамасымен (температураның жоғарылауымен кедергі артады) және сыни сипаттамасымен (температураның шекті мәнімен кедергі артады). Әдетте температура әсерінен кедергі күрт өзгереді.

Автоматты басқару жүйесінде қолданылатын кез келген температуралық датчиктер жұмысының негізінде өлшенетін температураны электр шамасына түрлендіру принципі жатыр. Бұл электрлік өлшеулердің келесі артықшылықтарына байланысты: электрлік шамаларды алыс қашықтықта беру ыңғайлы, ал беру жоғары жылдамдықпен жүзеге асырылады; электрлік шамалар әмбебап болып табылады, бұл кез келген басқа электрлік шамалар электрлі және керісінше түрлендірілуі мүмкін; олар дәл сандық кодқа айналады және өлшеу құралдарының жоғары дәлдігіне, сезімталдығына және жылдамдығына қол жеткізуге мүмкіндік береді.

1.4 Температура датчиктерінің түрлері және оның сипаттамалары.

Кедергі термотүрлендіргіштері. Кедергі термотүрлендіргіштердің (терморезисторлардың) жұмыс істеу принципі температураға байланысты жартылай өткізгіштер мен өткізгіштердің электрлік кедергісінің өзгеруіне негізделген. Мұндай датчик дайындалатын материал мүмкіндігінше температураға кедергінің сызықтық тәуелділігі, қасиеттердің жақсы өсуі және қоршаған ортаның әсеріне инерттілік дәрежесі бойынша жоғары температуралық кедергі коэффициентіне ие болуы керек. Ең жоғары деңгейде платина, ал сәл төмен деңгейде мыс барлық көрсетілген қасиеттерді қанағаттандырады.

Платиналық терморезисторлар -260°С-тан 1100°С аралығындағы температураны өлшеуге арналған. 0°С-тан 650°С дейінгі температура диапазонында оларды үлгілі және эталондық өлшеу құралдары ретінде пайдаланады, бұл ретте мұндай түрлендіргіштердің мөлшерлеу сипаттамасының тұрақсыздығы 0,001°С аспайды. Платина терморезисторлары жоғары тұрақтылыққа және сипаттамалардың ұдайы өндірілуіне ие. Олардың кемшіліктері қымбат құны және түрлендіру функциясының сызықсыз болуы болып табылады. Сондықтан олар тиісті диапазонда температураны дәл өлшеу үшін қолданылады.

Өндірістің әртүрлі облысында температураның өлшеу құралдары кеңінен таралды, едәуір кеңінен таралғандары 1.1 кестеде келтірілген.

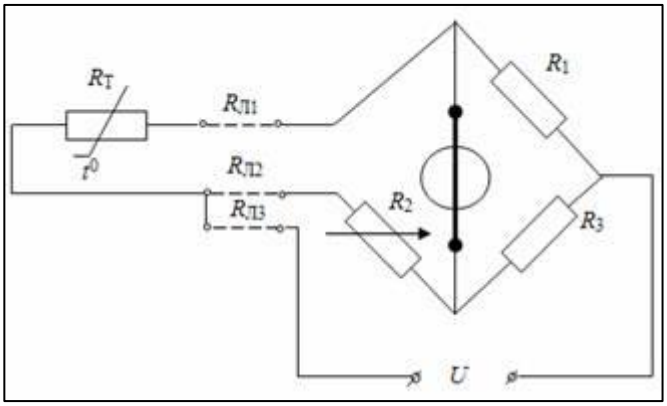
Мыстың кемшілігі оның аз меншікті кедергісі және жоғары температураларда жеңіл тотығуы болып табылады, соның салдарынан кедергінің мыс термометрлерін қолданудың соңғы шегі 180°С температурамен шектеледі. Тұрақтылық пен сипаттамалардың ұдайы өндірілуі бойынша платиннен мыс терморезисторлары кем түседі.

Никельді кедергі термометрлері де қолданысқа ие. Никель салыстырмалы түрде жоғары меншікті кедергісі бар, бірақ оның кедергісінің сызықтық температурадан тәуелділігі тек 100°С-дан жоғары емес температураға дейін, осы диапазонда никель кедергісінің температуралық коэффициенті $6{,}9*10^{-3}$°С тең . Мыс және никельді терморезисторлар шыны оқшаулағышта құйылған микропроводтан да шығарылады. Микротолқынды

терморезисторлар герметизацияланған, жоғары тұрақты, азоинерционды және кіші габаритті мөлшерлерде он килоға дейін кедергі болуы мүмкін.

1.1-кесте – Өлшеудің біршама таралған өндірістік құралдары және температураны бақылау

Термометриялық қасиеттер	Құрал атауы	Өлшеу диапазоны, С
Тұрақты көлемде жұмыс затының қысымының өзгеруі	Манометрлік термометрлер: – газды; – сұйық; – конденсационды.	150÷600 -150÷600 -50÷350
Термоэлектрлік эффект (термоЭКҚ)	Термоэлектрлік түрлендіргіштер	-200÷2200
Электр кедергісінің өзгеруі	Кедергінің метал термометрлері	260÷1100
	Кедергінің жартылай өткізгішті термометрлері	240÷300
Жылулық сәулелену	Сәулелену пирометрлері: – квазимонохроматиялық; – спектралды; – қатынасты радиационды.	700÷6000 1400÷2800 50÷3500



1.9-сурет – Кедергі термометрдің өлшегіш көпірінің үш сымды сұлбасы

Металлды терморезисторлармен салыстырғанда жартылай өткізгіш терморезисторлар (термисторлар) аса жоғары сезімталдыққа ие. Олар теріс температура коэффициентіне ие, яғни мыс пен платинадан үлкен мөлшерде. Өте кішкентай өлшемдегі жартылайөткізгіш термисторлар жоғары кедергі

мәндеріне ие (1 МОм дейін). Температураны өлшеу үшін КМО (кобальт және марганец оксидтерінің қоспасы) түрлерінің жартылай өткізгішті термисторлары және ММО (мыс пен марганец оксидтерінің қоспасы) жиі кездеседі. Жиынтық өндіріс кезінде олардың сипаттамаларын жеткілікті дәлдікпен нормалауға мүмкіндік бермейтін термисторлардың елеулі кемшілігі сипаттамалардың нашар жаңғыртылуы (бір дананың сипаттамаларының екіншісінен едәуір айырмашылығы) болып табылады. Жартылайөткізгіштік температура датчиктері уақыт өте жоғары тұрақтылық сипаттамаларына ие және -100°С-тан 200°С аралығындағы температураны өзгерту үшін қолданылады [12, б.86].

Кедергінің термотүрлендіргіштерінің қатысуымен өлшеу схемасы көбінесе көпірлік болып табылады; көпірді теңестіру потенциометрдің көмегімен жүзеге асырылады. Терморезистордың кедергісін өзгерткен кезде потенциометр қозғалысының жағдайы тиісінше өзгереді, оның жағдайы шкалаға қатысты аспаптың көрсеткіштерін қалыптастырады; шкала тікелей температура бірліктерінде градуирленеді. Мұндай қосу схемасының кемшілігі терморезисторды қосу өткізгіштері енгізілетін қателік болып табылады; қоршаған орта температурасының өзгеруі кезінде сымдардың кедергісінің өзгеруінен көрсетілген қателіктің орнын толтыру мүмкін емес болғандықтан, сымдарды қосудың үш сымды схемасын қолданады, оны пайдалану кезінде сымдардың кедергілері әртүрлі тармақтарда болады және олардың әсері айтарлықтай азаяды.

Термоэлектрлік түрлендіргіштер (термопаралар). Термопараның жұмыс істеу принципі термоэлектрлік әсерге негізделген, ол екі түрлі өткізгіштерден (немесе жартылай өткізгіштерден) тұратын тұйық контурда, егер өткізгіштердің дәнекерленген жерлері әртүрлі температураға ие болса, ток ағады. Егер әртүрлі өткізгіштерден (термоэлектродтардан) тұратын тұйықталған контурды алсақ, онда олардың дәнекерлеулерінде Т және t0 температурасына байланысты термоЭҚК Е(t) және Е(t0) пайда болады . Бұл термоЭҚК қарсы қосылған болғандықтан, контурда әрекет ететін термоЭҚК нәтижесімен Е(t) – Е(t0) тең. Термоэлектрлік түрлендіргіштер – 200°С-тан -2200°С аралығындағы температураны өлшеуге мүмкіндік береді. 1100°С -қа дейінгі температураларды өлшеу үшін негізінен асыл металдардан және платина тобының қорытпаларынан жасалған термоэлектрлік түрлендіргіштер, ал жоғары температураларды өлшеу үшін – ыстыққа төзімді қорытпалардан жасалған термоэлектрлік түрлендіргіштер (вольфрам негізінде) қолданылады. Термоэлектрлік түрлендіргіштерді дайындау үшін платина, платинородий, хром, алюмель кеңінен таралған.

Бір текті өткізгіштердің кез келген жұптары қорытынды термоЭҚК мәні тек өткізгіштердің табиғатына және дәнекерлеу температурасына байланысты және өткізгіштердің бойында температураның таралуына байланысты емес. Термоэлектрлік контурды кез келген жерде ажыратып, оған бір немесе бірнеше әртүрлі өткізгіштерді қосуға болады. Егер бұл ретте пайда болған қосылыстардың барлық орындары бірдей температурада болса, онда контурда

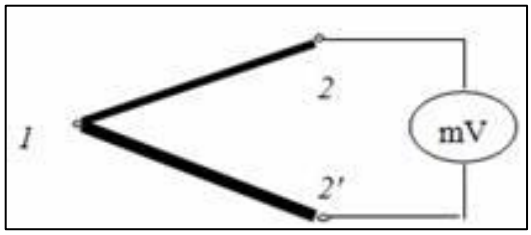
әрекет ететін нәтиже беретін термоЭҚК өзгермейді. Бұл термоЭҚК термопарды өлшеу үшін қолданылады. Ол әрбір 100°С 8 мВ-дан аспайды. Кең диапазонда температураны өлшеу кезінде термоэлектрлік түрлендіргіштің түрлендіру функциясының сызықтығы ескеріледі.

1.2-кестеде МЕСТ 6616–74 сәйкес терможұптың сипаттамалары келтірілген. Жоғары температураны өлшеу үшін ТПП, ТПР және ТВР типті терможұптар қолданады. Асыл металдардан терможұптарды (ТПП және ТПР) жоғарлатылған дәлдікпен өлшеу кезінде қолданады.

Температураны өлшеу кезінде термопараның бос ұштары тұрақты температурада болуы тиіс, бірақ әдетте, термопардың бос ұштары конструктивті түрде оның қалпындағы қысқыштарға шығарылады, демек, температурасы өлшенетін объектілерге тікелей жақын орналасқан. Бұл ұштарды тұрақты температурасы бар аймаққа жатқызу үшін термометрдің термоэлектродтары бірдей термоэлектрлік қасиеттері бар металдардан немесе қорытпалардан жасалған екі желіден тұратын ұзартқыш сымдар қолданылады.

Сондай-ақ температура датчигінің жұмыс істеу принципі Зеебек әсеріне негізделген. Өткізгіштің ұштары әртүрлі температураларда болған кезде, олардың арасында температураның айырмасында пропорционалды потенциалдар айырмасы пайда болады. Тепе-теңдік коэффициенті термоЭҚК коэффициенті деп аталады. Әртүрлі металдарда термоЭҚК коэффициенті әртүрлі және сәйкесінше, әртүрлі өткізгіштердің ұштары арасында туындайтын потенциалдар айырмасы да әр түрлі болады.

Термопараны (термоэлектрлік түрлендіргіштерді) өлшеуіш түрлендіргіштерге қосудың екі тәсілі ең көп таралған: қарапайым және дифференциалды. Бірінші жағдайда өлшеуіш түрлендіргіш тікелей екі термоэлектродқа қосылады. Екінші жағдайда әртүрлі термоЭҚК коэффициенттері бар екі өткізгіш пайдаланылады, екі ұшыда дәнекерленген, ал өлшеуіш түрлендіргіш ажыраған өткізгіштердің біріне қосылады.



1.10-сурет – Термопара

Термопараны қашықтықтан қосу үшін ұзартқыш немесе компенсациялық сымдар қолданылады. Ұзартқыш сымдар термоэлектродтар сияқты материалдан жасалады, бірақ диаметрі басқаша болуы мүмкін. Компенсациялық сымдар негізінен асыл металдардан жасалған термопаралармен пайдаланылады және термоэлектродтардан тамаша құрамы бар. Термопараны қосу үшін сымдарға қойылатын талаптар МЭК 60584-3 стандарттарында орнатылған.

1.2- кесте – Стандартты термопара сипаттамалары

Термопара түрі	Термопара электродтар материалдары	ТермоЭКҚ ($t_{р.к.}$=100 ^{0}С, $t_{с.к.}$=0 ^{0}С кезінде), мВ	Өлшенетін температураның жоғарғы шегі, ^{0}С	
			ұзақ	Қысқа уақыттағы
ТПП	Платинородий (10 % родий) – платина	0,58	1300	1600
ТПР	Платинородий (30 % родий) – платинородий (6% родий)	14,72 ($t_{р.к}$=1800 ^{0}С кезінде)	1600	1800
ТХА	Хромель (90% Ni+10% Cr) алюмель (94,83% Ni + 2% Al + 2% Mn + 1% Si+ 0.17 Fe)	5,10	1000	1300
ТХК	Хромель – копель (56% Cu + 44% Ni)	7,85	600	800

Келесі негізгі ұсыныстар термопаралы датчиктің өлшеу жүйесінің дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді:

– өте жұқа сымнан жасалған кішкентай термопараны үлкен диаметрлі ұзартқыш сымдар арқылы ғана қосу керек;

– мүмкіндігінше термопаралы сымдардың механикалық керілуі мен діріліне жол бермеу;

– ұзын ұзартқыш сымдарды пайдалану кезінде, нысаналарды болдырмау үшін, сым экранын вольтметр экранымен жалғау және сымдарды мұқият бұрау керек;

– мүмкіндігінше термопараның ұзындығы бойынша күрт температуралық градиенттерді болдырмау;

– қорғағыш қаптың материалы температураның барлық жұмыс диапазонындағы термопара электродтарын ластамауы тиіс және зиянды жағдайларда жұмыс істеген кезде термопара сымының сенімді қорғалуын қамтамасыз етуі тиіс;

– жұмыс диапазонында және температураның ең аз градиенттерінде ұзартқыш сымдарды пайдалану;

– температураны өлшеуді қосымша бақылау және диагностикалау үшін төрт термоэлектроды бар арнайы термопарлар қолданылады, олар термопардың тұтастығы мен сенімділігін бақылау үшін тізбектің кедергісін қосымша өлшеуге мүмкіндік береді [13, б.82].

Әртүрлі нысандар мен қоршаған орта температураларын, сондай-ақ автоматтандырылған басқару және мониторинг жүйелерін өлшеу үшін термопара қолданылады. Вольфрам-рений қорытпасынан жасалған термопаралар температураның ең жоғары температуралы байланыс датчиктері болып табылады. Мұндай термопаралар балқытылған металдардың температурасын бақылау үшін металлургияда қажет.

Термопараның артықшылықтары:

– температура мәндерін өлшеудің жоғары дәлдігі (±0,01 °С дейін);

– өлшеудің үлкен температуралық диапазоны: -200°С бастап 2500°С дейін;

– қарапайымдылық;

– арзан;

– сенімділік.

Термопараның кемшіліктері:

– температураны өлшеудің жоғары дәлдігін алу үшін (±0,01 °С дейін) жеке термопараны градуирлеу қажет;

– пельтье әсері (көрсеткіштерді алу кезінде термопар арқылы токтың ағуын болдырмау қажет, өйткені ол арқылы өтетін ток ыстық дәнекерлеуді салқындатады және суықты қыздырады);

– термоЭҚК-тің температураға тәуелділігі айтарлықтай сызықсыз. Бұл сигналдың қайталама түрлендіргіштерін әзірлеу кезінде қиындықтар туғызады;

– өткізгіштердегі температуралардың, механикалық кернеулердің, коррозияның және химиялық процестердің күрт өзгеруі нәтижесінде термоэлектрлік біртектіліктің пайда болуы градуировкалық сипаттаманың өзгеруіне әкеледі;

– термопара және ұзартқыш сымдардың үлкен ұзындығында қолданыстағы электромагниттік өрістер үшін "антеннаның" әсері пайда болуы мүмкін.

Пирометрлер. Жоғарыда қарастырылған кедергі термотүрлендіргіштердің және термоэлектрлік түрлендіргіштердің елеулі кемшілігі датчикті бақыланатын ортаға енгізу қажеттілігі болып табылады, соның нәтижесінде зерттелетін температура өрісінің бұрмалануы болады. Сонымен қатар, сенсорға ортаның тікелей әсері оның сипаттамаларының тұрақтылығын, әсіресе жоғары және жоғары температураларда және агрессивті орталарда нашарлатады. Бұл кемшіліктерден пирометрлер бос – қызған денелердің сәулеленуін пайдалануға негізделген байланыссыз датчиктер.

Кез-келген дененің жылу сәулеленуі уақыт бірлігінен денемен сәулеленетін және толқын ұзындығы диапазонының бірлігіне келетін энергия санымен сипаттауға болады. Мұндай сипаттама спектральды тығыздық болып табылады және спектральды жарық деп аталады (монохроматикалық сәулелену қарқындылығы).

Кез келген нақты дененің сәулелену қарқындылығы сол температурада мүлдем қара дененің қарқындылығы әрқашан аз. Абсолютті қара денемен салыстырғанда нақты дененің спектралды жарығының азаюы сәуленің толық емес коэффициентін енгізумен ескереді; оның мәні әртүрлі физикалық денелер үшін әртүрлі және заттың құрамына, дене бетінің жай-күйіне және басқа да факторларға байланысты. Қызған денелердің сәулелену энергиясын пайдаланатын пирометрлер радиациялық, жарықтық және түсті болып бөлінеді .

Радиациялық пирометрлер 20°С-тан 2500°С дейінгі температураны өлшеу үшін пайдаланылады, бұл ретте аспап нақты объектінің сәулеленуінің интегралды қарқындылығын өлшейді. Осыған байланысты температураны анықтау кезінде сәулеленудің толық емес коэффициентінің нақты мәнін ескеру қажет.

Типтік радиациялық пирометрге объектив пен окулярдан тұратын телескоп кіреді. Телескоп өлшеу объектісіне, жапырақшалар толығымен объектінің бейнесімен жабылатын және барлық сәулелену энергиясы термобатареямен қабылданатындай етіп жасалады. ТермоЭҚК сәуле шығару қуатының функциясы болып табылады.

Радиациялық пирометрлер абсолютті қара дененің сәулеленуі бойынша градуирленеді, сондықтан сәулеленудің толық емес коэффициентін бағалаудың дәлсіздігі температураны өлшеу қателігін тудырады.

Жарықтандыру (оптикалық) пирометрлер 500°С-тан 4000°С-қа дейінгі температураны өлшеу үшін пайдаланылады. Олар зерттелетін объектінің жарықтық спектрінің тар бөлігіндегі үлгілер эмитентінің жарықтығын (фотометриялық шам) салыстыруға негізделген. Фотометриялық лампа телескопқа салынады, оның линзасы мен көзі бар. Температураны өлшеу кезінде телескоп зерттелетін денеге жіберіледі және дененің нақты бейнесі мен бір жазықтықта фотометриялық шам жіптері алынады. Содан кейін, жіптің жарықтығын ток арқылы өзгерту жолымен өзгертіп (немесе қозғалатын оптикалық клин көмегімен дене бейнесінің жарықтығын өзгертіп), жіптің және зерттелетін объектінің бейнесінің бірдей жарықтығына жетеді. Егер дененің жарықтығы жіптің жарықтығынан артық болса, онда жіп ашық фонда қара сызық түрінде көрінеді. Жарықтың теңдігі кезінде жіп көрінбейді, сондықтан мұндай пирометрлер жоғалып бара жатқан жіп бар пирометрлер деп аталады. Түрлі-түсті пирометрлер әдетте спектрдің қызыл немесе көк бөлігінде таңдап алынатын толқындардың екі ұзындығындағы сәулелену қарқындылығының қатынасын өлшеуге негізделген; олар 800°С-тан 0°С дейінгі диапазондағы температураны өлшеу үшін қолданылады.

Пирометрлерінің басты артықшылығы зерттелетін объектінің сәулеленуінің толық болмауы температураның өзгеру қателігін тудырмауы болып табылады. Сонымен қатар, түрлі-түсті пирометрлердің көрсеткіштері өлшеу объектісіне дейінгі қашықтыққа, сондай-ақ, егер жұтылу коэффициенттері толқындардың екі ұзындығына бірдей болса, аралық ортадағы сәулелену коэффициентіне тәуелді емес.

Кварцтық термотүрлендіргіштер. -80°С-тан 250°С температураларды өлшеу үшін кварц элементінің меншікті жиілігінің температураға тәуелділігін пайдаланатын кварц термотүрлендіргіштер жиі қолданылады. Бұл датчиктердің жұмысы түрлендіргіш жиілігінің температурадан тәуелділігі және түрлендіру функциясының сызықтық тәуелділігі кварц кристалының осіне қатысты кесіндінің бағдарлануына байланысты өзгереді. Кварц термотүрлендіргіштер жоғары сезімталдық (103 Гц/К дейін), уақытша тұрақтылық ($2*10^{-2}$ К/жыл) және рұқсат ету қабілеті (10^{-4} – 10^{-7} К/жыл) перспективалылықты анықтайды. Бұл датчиктер сандық термометрлерде кеңінен қолданылады.

Шу датчиктері. Шулы термометрлердің әсері резистордағы шулы кернеудің температураға байланысымен негізделген. Бұл тәуелділік мына формуламен анықталады:

$$U_{ш}^{2} = 4KTR\Delta f \qquad (1.1)$$

мұндағы: $U^2_{ш}$ – шу кернеуінің орташа квадраты;
K – Больцман тұрақтысы;
T – абсолютті температура;
R – резистордың кедергісі;
f – қабылданатын жиілік жолағы.

Шулы резисторлар негізінде температураны өлшеу әдісін практикалық іске асыру екі бірдей резистордың шуын салыстырудан тұрады, олардың біреуі белгілі температурада, ал екіншісі өлшенетін кезде болады. Шу датчиктері әдетте -270°С-тан – 1100°С диапазонындағы температураларды өлшеу үшін қолданылады.

Шу датчиктерінің артықшылығы жоғарыда көрсетілген заңдылықтар негізінде термодинамикалық температураны өлшеудің принципті мүмкіндігі болып табылады. Бірақ бұл шудың орташа квадраттық мәнін оның кішілігі мен күшейткіштің шуының деңгейімен салыстыруға байланысты өлшеу өте қиын.

ЯКР-датчиктер. ЯКР-термометрлер (ядролық квадрупольды резонанстың термометрлері) кристалдық тордың электр өрісінің градиентінің және ядроның квадрупольды электр моментінің өзара әрекеттесуіне негізделген. Бұл өзара ядролардың іс-қимыл процессін тудырады, оның жиілігі торлардың электр өрісінің градиентіне байланысты және әр түрлі заттар үшін 100 кГц-тен 1000 МГц-ке дейін мәні бар.

ЯКР-термометр датчигі генератордың контурына қосылған индуктивтілік катушкасының ішіне салынған затпен ампуланы білдіреді. Генератор жиілігі зәкірдің жиілігімен сәйкес келген кезде генератордан энергия сіңіріледі. Температураны өлшеу қателігі -263°С ± 0.02°С, ал температура 27°С ± 0.002°С құрайды. ЯКР-термометрлердің артықшылығы оның уақыт бойынша шектелмеген тұрақтылығы, ал кемшілігі – түрлендіру функциясының елеулі сызықсыз болуы болып табылады.

Дилатометриялық түрлендіргіштер. Температураны өлшеу дилатометриялық (көлемді) датчиктері қатты денелердің, сұйықтықтардың немесе газдардың температураның ұлғаю (азаю) құбылысына негізделген. Қатты денелерді кеңейтуге негізделген түрлендіргіштер жұмысының температуралық диапазоны температураның өзгеруі кезінде материалдардың қасиеттерінің тұрақтылығымен анықталады. Әдетте мұндай түрлендіргіштердің көмегімен -60°С – 400°С диапазонындағы температураны өлшейді [14, б.174].

Кеңейетін сұйықтығы бар түрлендіргіштің температуралық диапазоны соңғы қату және қайнау температурасына байланысты (сынап үшін: -39°С – 357°С, амил спирті үшін : -117°С – 132°С, ацетон үшін: -94°С – 57°С. Сұйық түрлендіргіштердің қателіктері 1–3 % құрайды және едәуір дәрежеде капилляр мөлшерін өзгертетін қоршаған ортаның температурасына байланысты. Жұмыс ортасы ретінде газды пайдаланатын түрлендіргіштерді өлшеудің төменгі шегі газды сұйылту температурасымен (-195°С азот үшін, -269°С гелий үшін), жоғарғысы – баллонның жылуға төзімділігімен шектеледі.

Акустикалық датчиктер. Акустикалық термометрлер газдардағы дыбыстың таралу жылдамдығына олардың температурасына байланысты негізделген орта және жоғары температура диапазонында қолданылады. Акустикалық термометрде акустикалық толқындардың кеңістіктік таратылған сәуле шығарғыштары және олардың қабылдағыштары бар, әдетте автогенератор тізбегіне қосылатын, тербеліс жиілігі температураның өзгеруіне байланысты өзгеріп отырады; әдетте мұндай датчик түрлі резонаторларды да пайдаланады.

1.5 Датчиктің құрылымдық параметрлерін есептеу

Өлшеу тәжірибесінде газдар мен сұйықтықтардың қысымы температура сияқты маңызды орын алады. Қазіргі заманғы өлшеу техникасы вакуумнан қысым өлшеудің үлкен ауқымын қамтамасыз етеді. Қысымды өлшеудің барлық әдістерін екі топқа бөлуге болады. Бірінші топқа қысымды тиімді алаңға қолданатын әдістер жатады. Екінші топқа өзі зерттелетін ортаның әртүрлі физикалық қасиеттерін және қысымның өзгеруімен олардың өзгеруін пайдаланатын әдістер жатады.

Газдардың кинетикалық теориясы қысым молекулалардың толық кинетикалық энергиясының өлшемі:

$$P = \frac{2}{3} * \frac{K * E}{V} = \frac{1}{3} * \rho * c^2 = N * R * T \tag{1.2}$$

мұндағы, K*E – кинетикалық энергия;
V – көлемі;
c^2 – молекулалардың орташа квадраттық жылдамдығы;
ρ – тығыздығы;
N – көлем бірлігіндегі молекулалар саны;
R – әмбебап газ тұрақтысы;
T – абсолютті температура.

(1.2) теңдеуде газдардың қысымы мен тығыздығы сызықтық тәуелділікпен байланысты, яғни қысымның ұлғаюы тығыздықтың пропорционалды өсуіне әкеледі. Мысалы, 0°С температурада және 1 атм. қысымда ауа тығыздығы 1,3 кг/м^3 құрайды , ал сол температурада, бірақ 50 атм. қысымда оның тығыздығы 65 кг/м^3 болады, яғни 50 есе көп.

Сұйықтықтардың газдардан айырмашылығы қысым мен температуралардың кең ауқымында аз өзгеруі. Мысалы, 0°С температурасы мен 1 атм қысымы кезінде су үшін тығыздығы 1000 кг/м^3 құрайды, ал сол температура мен 50 атм. қысымы кезінде – тығыздығы 1002 кг/м^3 тең, ал 100°С температурасы мен 1 атм. қысымы кезінде – тығыздығы 958 кг/м^3 тең .

Артық қысым – қоршаған орта қысымынан асатын газ қысымы. Керісінше жағдайда – бұл вакуум туралы. Қысым оны қоршаған ортаның қысымына қатысты өлшеген кезде салыстырмалы деп аталады және оны нөлдік қысымға қатысты өлшеген кезде абсолютті деп аталады. Сұйық орта тыныштықта болғанда немесе қозғалыстағы сұйықтықтарға жататын кезде динамикалық ортада қысым тұрақты болуы мүмкін.

Мембраналық түрдегі қысым датчиктері жылжымалы мембрананың дифференциалды сыйымдылық түрлендіргішінің орташа электроды болып табылады (1.9-сурет). Бұл жағдайда электродтар арасындағы қашықтық өзгергенде электр сыйымдылығының өзгеруі болады. Диэлектрик пластиналар арасында ауа болуы мүмкін.

$\Delta p = 0$ мембранамен және 3 немесе 4 қозғалмайтын электродпен түзілген конденсатордың номиналды сыйымдылығы:

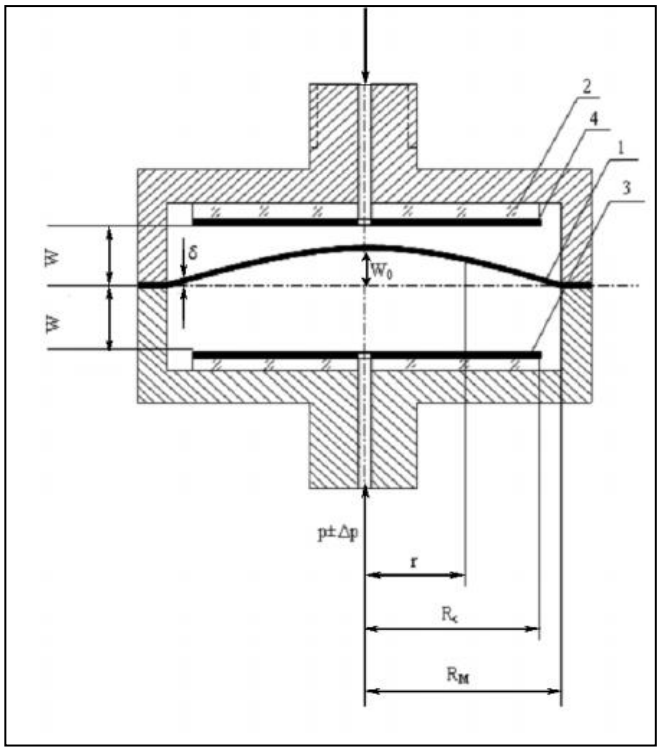
$$C = \frac{\varepsilon_0 * S_{эл}}{W} \tag{1.3}$$

мұндағы: ε_0 – диэлектрлік ауа тұрақтысы, $8{,}85*10^{-2}\ \frac{пФ}{см}$;

$S_{эл}$ – электродтар көлемі;
$S_{эл}=\pi * R_c^2$;
W – мембрана мен электрод арасындағы бастапқы саңылау.

Егер $S_{эл}$ және W сантиметрде көрсетілсе, онда

$$C = 8.85*10^{-2} * \frac{S_{эл}}{W}, \text{ пФ} \quad (1.4)$$



1.9-сурет – Дифференциалды сыйымдылық түрлендіргіш

1 – мембранасы;
2 – изолятор;
3,4 – электродтар;
$R_м$ – шеткі мембраналар радиусы;
$R_э$ – электрод радиусы;
r – мембрананың радиусы;
Δp – мембранаға әсер ететін қысымның айырмашылығы;
W – электрод пен мембрананың арасындағы бастапқы саңылау;
W_0 – мембрананың ортасындағы майысу.

Жылжымалы электродтың (мембрананың) орын ауыстыруы бойынша сыйымдылық датчигінің сезімталдығы мынадай анықталады:

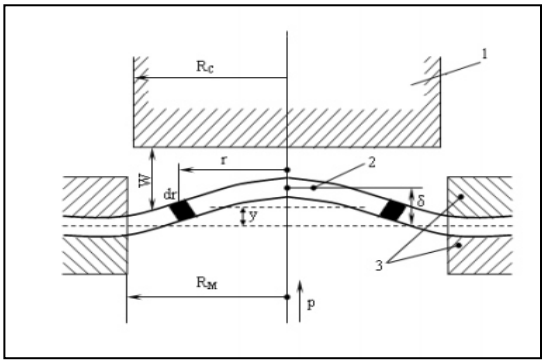
$$S_{дат} = \frac{\partial x}{\partial W} \quad (1.5)$$

Сезімталдықтың артуы электродтар арасындағы бастапқы саңылаудың азаюымен және датчиктің өлшемдерінің ұлғаюымен қол жеткізіледі. 1.10-суретте көрсетілгендей, өлшенетін қысым әсерінен мембранның айнымалы майысу алады.

Артық қысым Р біртекті жүктеме әсерінен W_0 мембранасының тәуелділігін білдіретін теңдеу келесі формаға ие:

$$W_0 = 3*(1-\mu^2)*R_M^4 * \frac{\Delta p}{16*E*\delta^3}; \qquad (1.6)$$

мұндағы: Е – Юнг модулі, кг*с/см^2;
μ - Пуассон коэффициенті;
δ – мембрананың қалыңдығы, см.



1.10-сурет – Қысым әсерінен мембранның айнымалы майысуы.

мұндағы: 1– қозғалмайтын электрод;
2 – диафрагма;
3 – ұстаушы.

2 Конструкторлық бөлімі

Дипломдық жобаның мақсаты орындалған жұмыстың барлық кезеңдерін сипаттау болып табылады: есепті шығару, қойылған тапсырманы шешудің әдістері мен керекті құралдарды таңдау және негіздеу, барлық техникалық және бағдарламалық шешімдерді түсіндіру, қолданылған құрылғылар мен бағдарламалау ортасын сипаттау, функционалдық және принциптік схемаларды құру және аспаптың тәжірибелік үлгілерін әзірлеу.

2.1 Аспапты жасау үшін керекті жабдықтарды таңдау

Бұл жұмыста қысым және температура датчиктері арқылы газ құбырында апаттық жағдай болдырмас үшін аспап жасалынады. Аспап

құбырдағы газдың температурасы мен қысымы берілген мәннен тыс шығатын болса, бізге хабарлама жібереді.

Осы құрылғыны жасау үшін бізге керекті жабдықтар мыналар:

– микроконтроллер – Arduino Nano;
– LCD дисплей 16x2;
– DC-DC түрлендіргіштер;
– қысым датчигі bmp180;
– температура датчигі ds18b20;
– модуль sim800l;
– 9 вольтті батарейка;
– корпус;
– батырма және жалғағыш сымдар.

Ардуино микроконтроллері. Алғаш микроконтроллерлердің пайда болуы микропроцессорлық технологияның жаңа дәуіріне қадам басты. Көптеген системалық құрылғылардың бір ғана корпуста орнығуы микрокотроллерлерді қарапайым компьютерге ұқсас етті. Мәселен кейбір оқулықтарда микроконтроллерлер біркристаллды микроЭВМ деп аталды. Соған орай алғаш компьютерлер шыға бастағаннан-ақ микроконтроллерлер бірдей дәрежеде қолданыла бастады. Бірақ микрокотроллерлерде жұмыс жасау үшін кейбір факторларды білу қажет. Мысалы, кез-келген микроконтроллерлерде белгілі бір құрылғы жинау үшін, жалпы схемотехниканы, құрылғы процессорының жұмысын, электрондық техникалық нұсқауларды және онымен қоса Ассемблер секілді программалау тілдерін білу қажет болатын. Assembler тілінде бағдарламаны құрастыра отырып,адам берілген тиісті мәліметтер түрлерімен операция жасауы үшін процессормен ұқсас, яғни байттармен болуы керек. Сонымен қатар, Ассемблердің тілінің ерекшілігі – бұл тіл үшін операторлардың терімі нақтылы микроконтроллердің бұйрықтарыныңжүйелеріне тікелей тәуелділігі. Сондықтан, егер екі микроконтроллер әр түрлі бұйрықтар жүйесін қабылдаса, онда әрбір сондай микроконтроллерлардың өзіндік бір-бірінен бөлек Ассемблер тілі болады. Сол сияқты жаңа заманның талаптарына сай басқа да көптеген бағдарламалау жүйелері бар. Мәселен, ғылымның, техниканың қарқынды дамыған, адам қажеттіліктері көбейіп және барлық мүмкіншіліктері кең ауқымда ұлғайған кезде, үлкен жетістіктерге қол жеткізген кезде, әрине, икроконтроллерлардың да мүмкіншіліктері айтарлықтай жетілдіріле түсті. Енді, қазіргі заманда жоғарғы деңгейлі тілдер қолданылуда. Оларға Basic, C++ және де басқа жүйелер жатады [15].

Ардуино және оның типтерінде дайын электронды блок және бағдарламалық қамтамасыз етіп тұратын жиынтықтар бар. Мұндағы электрондық блок – оның жұмысы үшін қажет микроконтроллер және элементтердің ең аз жиынтығы бар тізбек тақта. Шын мәнісінде ардуино блогы қазіргі компьютер аналық тақтасының аналогы болып табылады. Ол

сыртқы құрылғыларға арналған қосқыштарды, сондай-ақ компьютерге қосылу үшін қосқышы бар, сол арқылы микроконтроллерді бағдарламалау жүзеге асырылады.

Atmel фирмасының Arduino Nano микроконтроллерін пайдаланудың ең тиімді жағы бағдарламалау үшін арнайы программатор қолданылмайды. Жаңа электронды құрылғыны жасау үшін бар болғаны ардуино тақтасы, кабельдік байланыс және компьютер болса жеткілікті. Жобаның екінші бөлігі басқару бағдарламаларын жасау үшін ардуино бағдарламасы болып табылады.

Arduino Nano. Nano платформасы ATmega328 немесе ATmega168 (Arduino Nano 2.x) микроконтроллерінде құрылған. Үлкен емес көлемді және лабораториялық жұмыстарға пайдаланылады. Arduino Nano USB Mini-B арқылы немесе реттелмейтін 6-20 V (терминал 30) немесе реттелетін 5 V (PIN коды 27), сыртқы қуат көзінен қуат алады. Автоматты түрде ең жоғарғы кернеу көзін таңдайды.

Микроконтроллердің құрылымына негізінен бағыттаушы құрылым, арифметика – логикалық құрылым және ішкі регистрлердің блогы кіреді. Бұл негізгі параметрлер барлық микроконтроллерлер құрамында болады. Микроконтроллерде сигнал алмасу, яғни екі жақты алмасу мәліметтердің 8-разрядты магистралі арқылы жүзеге асады. Бұл құрылымдар арасында бағдарлаудың ішкі сигналының мәліметтерді беру жүйесі орналастырылған. Микроконтроллердің құрылымының схемасы төмендгі 2.1-суретте көрсетілген.

Олар бағдарламалық симуляторларды (дербес компьютерлерге, кіші жүйелерге арналған арнайы бағдарламаларды) және эмуляторларды (микроконтроллерге ұқсас электрондық құрылғыларды) түрлендіру үшін қолданылады. Әр түрлі қозғалыстарды басқару үшін микроконтроллер бағдарламасына кіретін түрлі электрондық құрылғылар қолданылады. Микроконтроллерлердің микропроцессорларынан айырмашылығы жеке компьютерлерде қосымша құрылғылар орнатылған. Бұл құрылғылар микропроцессорлық микроконтроллер ядросының көмегімен өз функцияларын басқарады. Өндірушінің бағалауы бойынша, микроконтроллерлер MCS-251 тобының MCS-51 тобымен салыстырғанда өнімділік пен кейбір сипаттамаларды байытты. Микроконтроллердің мекен-жай кеңістігі 16 МБ дейін ұлғайтылды, ал ішкі регистрлер саны артты. Командалық жүйе көптеген жаңа нұсқауларды қамтиды.

Микроконтроллердің артықшылықтары:

– өнімнің үлкен ассортименті;
– микроконтроллерлердің үлкен тәжірибесі;

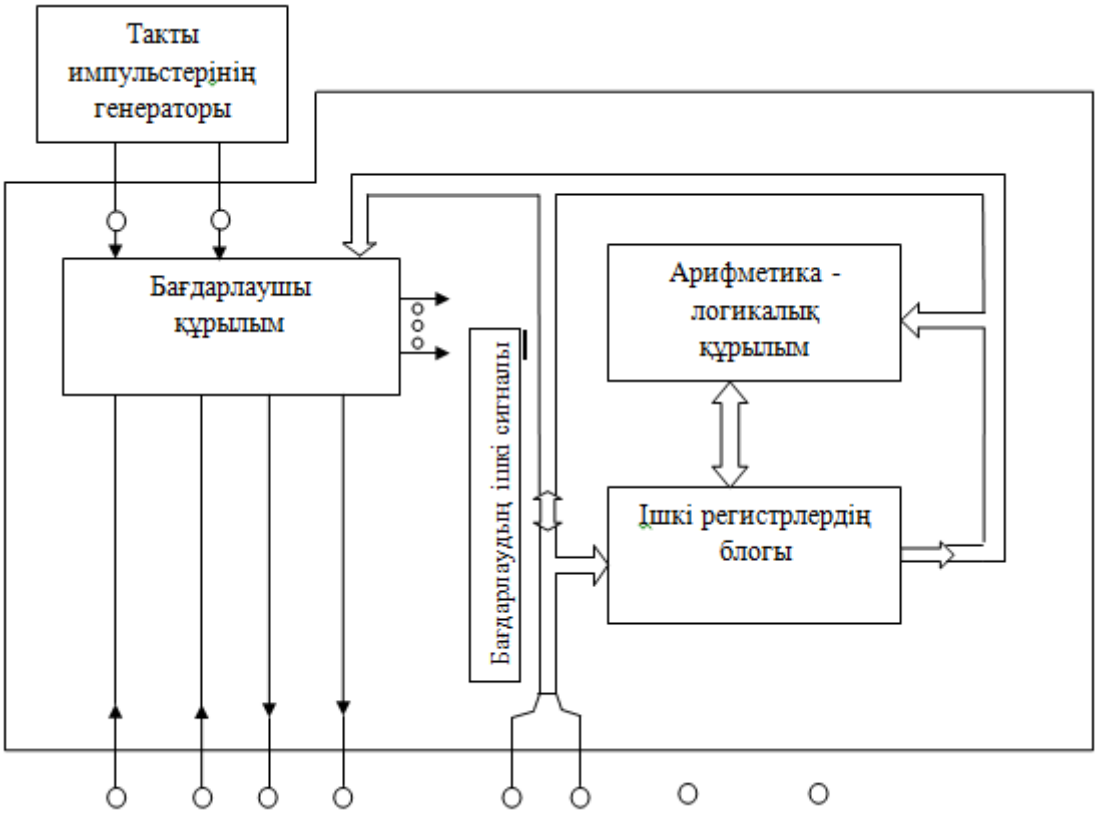
Микроконтроллердің кемшіліктері:

– батарея базасында арифметикалық-логикалық құрылымды баяулату;
– еркін командалық циклдардың болуы;
– энергияны көп тұтыну (MCS-251).

Микроконтроллердің құрылымы негізінен бағытталған құрылымның арифметикалық-логикалық құрылымын, блоктарды және ішкі регистрлерді қамтиды. Бұл негізгі параметрлерге барлық микроконтроллерлер жатады. Микроконтроллердің алмасуы сигнал, яғни 8-разрядты желілер арқылы екі жақты мәліметтер алмасу. Бұл құрылымдар арасында ішкі бағытталған сигналдың деректер беру жүйесі бар.

Микроконтроллердің басқару блогы синхронизациялауға және бағдарлаушы сигналдарды өндіру үшін арналған. Басқару блогінің құрамдарына кіреді (Микроконтроллердің блок схемасы 2.2-суретте көрсетілген):

– уақыт аралықтарының құрастыру құрылымы;
– енгізу-шығару логикасы;
– команда регистрі;
– электр энергиясының тұтынуын басқаратын регистр;
– командалар дешифраторы, ЭЕМ басқару логикасы.



2.2-сурет – Микроконтроллердің құрылымдық сұлбасы

Уақыт аралықтарының құрастыру құрылымы ішкі фаза сигналдарын құрастыру және беру үшін арналған. Машина циклдерінің саны командалардың орындалуының ұзақтықтығын анықтайды. Енгізу-шығару логикасы енгізу/шығару порттары арқылы сыртқы құрылымдармен ақпарат алмасу сигналдарын қабылдау және беру үшін арналған. Команда

регистрі атқарылатын команданың 8-ші дәрежелік операция кодын жазу және сақтау үшін арналған. Электр энергиясының тұтынуын басқаратын регистр электр энергиясының тұтынуын кішірейту және бөгеу деңгейінің кішірейуі үшін микроконтроллердің жұмысын тоқтатуға мүмкіндік береді. Командалар дешифраторы, ЭЕМ басқару логикасы команданы орындау барысында операция кодтарын микропрограммаға өзгертеді.

LCD дисплей. Сұйық кристалды дисплей (Liquid Crystal Display) қысқартылған LCD сұйық кристалдар технологиясына салынған. Электрондық құрылғыларды жобалау кезінде бізге ақпаратты көрсету үшін арзан құрылғы және Arduino үшін дайын кітапханалардың екінші маңызды факторы қажет. Нарықта барлық қол жетімді LCD дисплейлерінен, ең жиі қолданылатын LCD 1602A болып табылады, ол 2 жолда ASCII таңбаны (1 жолда 16 таңбалар) 5x7 пиксель матрицасы түрінде әр таңбаны көрсете алады.

Техникалық параметрлері:

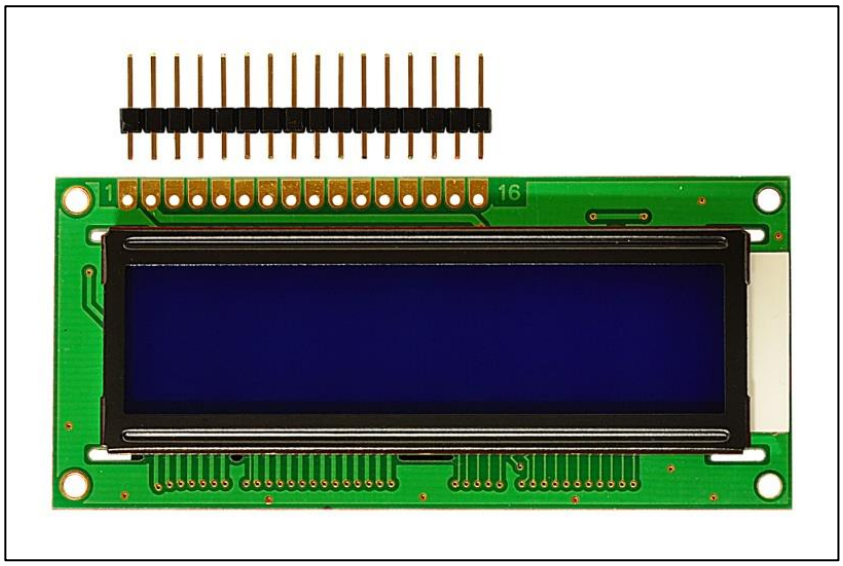
- қуат кернеуі: 5 В;
- дисплей түрі: 16 таңбадан 2 жол;
- түсі: көк;
- таңба түсі: ақ;
- габарит: 80мм x 35мм x 11мм.

Дисплей сипаттамасы LCD 1602 Hitachi-ден HD44780 драйверіне негізделген электрондық модуль. LCD1602 16 контактіге ие және 4 биттік режимде (тек 4 деректер желісін пайдалану арқылы) немесе 8 биттік режимде (барлық 8 деректер жолын пайдалану арқылы) жұмыс істей алады, сондай-ақ I2C интерфейсін пайдалануға болады.

Контактілерді тағайындау:

- VSS: «-» модульді қоректендіру;
- VDD: «+» модульді қуаттандыру;
- VO: контрасты басқару шығысы;
- RS: регистрді таңдау;
- RW: жазу немесе оқу режимін таңдау (жерге қосылғанда, жазу режимі орнатылады);
- DB0-DB3: интерфейс биттері;
- DB4-DB7: интерфейс биттері;
- A: «+» Жарық қоректену;
- K: «-» Жарық қоректену.

Енгізу-шығару логикасы енгізу/шығару порттары арқылы сыртқы құрылымдармен ақпарат алмасу сигналдарын қабылдау және беру үшін арналған. Команда регистрі атқарылатын команданың 8-ші дәрежелік операция кодын жазу және сақтау үшін арналған. Электр энергиясының тұтынуын басқаратын регистр электр энергиясының тұтынуын кішірейту және бөгеу деңгейінің кішірейуі үшін микроконтроллердің жұмысын тоқтатуға мүмкіндік береді. Модульдің бет жағында LCD дисплейі және контактілер тобы орналасқан.



2.3-сурет – LCD дисплейі

Дисплейді макеттік платаға қосу PLS-16 штыревтық контактілер арқылы жүзеге асырылады (оларды дисплейге қосу қажет). Дисплей модулін breadboard төлеміне орнатамыз және vdd (2-ші контакт) 5В (Arduino) және VSS (1-ші контакт) GND (Arduino) қуат көзіне қосамыз, одан әрі RS (4-ші контакт) 8 (Arduino) сандық контактіге қосамыз. RW (5-ші контакт) оны GND (Arduino) жалғап, содан кейін Е шығысын 8 (Arduino) контактіге қосамыз. 4-разрядтық қосылу үшін төрт контакт (DB4 DB7 дейін) қажет. DB4 (11-ші контакт), DB5 (12-ші контакт), Db6 (13-ші контакт) және DB7 (14-ші контакт) Arduino 4, 5, 6 және 7 сандық сигналдарымен байланыстырамыз. 10K потенциометр дисплей контрастын реттеу үшін қолданылады.

DC-DC түрлендіргіштер. Әр түрлі электронды аппаратураны қоректендіру үшін DC/DC түрлендіргіштер кеңінен қолданылады. Олар есептеуіш техника құрылғыларында, байланыс құрылғыларында, әртүрлі басқару және автоматика сұлбаларында қолданылады. Қорек блоктарында трансформатордың көмегімен қоректендіретін желінің кернеуі түрлендіріледі, көбінесе қажетті мәнге дейін төмендейді. Төмен кернеу диодты көпірмен түзетіледі және конденсаторлық сүзгішпен тегістеледі. Қажет болған жағдайда түзеткіштен кейін жартылай өткізгіш тұрақтандырғыш қойылады. Трансформаторлық қорек блоктары, әдетте, желілік тұрақтандырғыштармен жабдықталады. Мұндай тұрақтандырғыштардың кем дегенде екі артықшылығы бар: бұл орамдағы бөлшектердің аз ғана құны мен аздаған саны. Бірақ бұл қасиеттер төмен ПӘК жейді, өйткені кіріс кернеуінің едәуір бөлігі реттеуші транзисторды қыздыруға қолданылады, бұл жылжымалы электрондық құрылғыларды қоректендіру үшін мүлдем қолайсыз. Егер аппаратураны қоректендіру гальваникалық элементтерден немесе аккумуляторлардан жүзеге асырылса, онда кернеуді қажетті деңгейге дейін түрлендіргіштердің DC/DC көмегімен ғана түрлендіруге болады. Тұрақты кернеу айнымалы, әдетте, бірнеше ондаған және тіпті жүздеген килогерц

жиілігімен түрлендіріледі, көтеріледі (төмендейді), содан кейін түзетіледі және жүктемеге беріледі. Мұндай түрлендіргіштер жиі импульстік деп аталады.

Импульстік түрлендіргіштер жақсы, себебі олардың жоғары тиімділігі 60..90% шегінде болады. Импульстік түрлендіргіштердің тағы бір артықшылығы кіріс кернеулерінің кең диапазоны: кіріс кернеуі шығыстан төмен немесе әлдеқайда жоғары болуы мүмкін. Жалпы DC/DC конверттерін бірнеше топқа бөлуге болады. Бұл түрлендіргіштердің шығыс кернеуі, әдетте кіріс кернеуінен төмен: реттеуші транзисторды қыздыруға ерекше шығынсыз кіріс кернеуі 12...50 В болғанда ғана бірнеше вольт кернеуді алуға болады. Мұндай түрлендіргіштердің шығыс тогы жүктеме қажеттілігіне байланысты, бұл өз кезегінде түрлендіргіш схемотехникасын анықтайды.

Кіріс кернеуінің шамасына байланысты олар үш түрге бөлінеді:

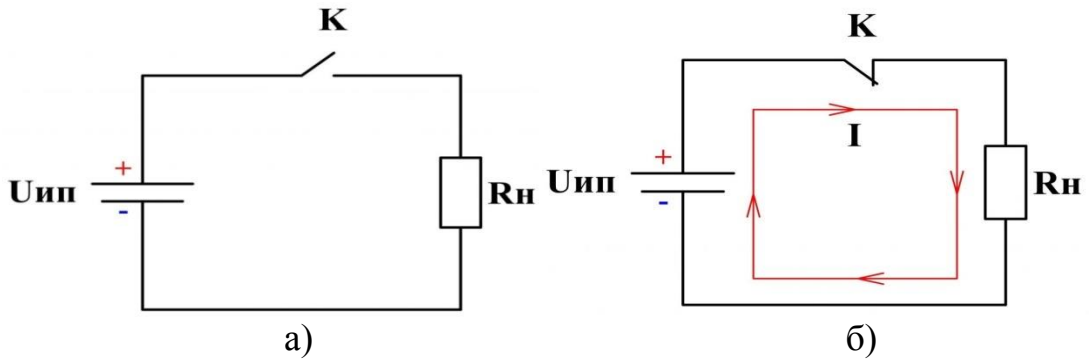
– төмендеу (buck) – кіріс кернеуінің шамасы шығыс кернеуінің шамасынан аз;

– жоғарылау (boost) – кіріс кернеуінің мәні шығыс кернеуінің шамасынан көп;

– төмендейтін-жоғарылататын (buck – boost) – кіріс кернеуіне қатысты шығыс кернеуін көтеруге де, төмендетуге де қабілетті.

DC-DC төмендетуші түрлендіргіш ең алдымен төмендететін түрлендіргіш схемасының оңайлатылған нұсқасын қолданамыз (2.4-сурет). Ол тұрақты кернеуді $U_{кк}$ қоректендіру көзінен , $R_ж$ жүктеме резистор және K кілті түріндегі жүктемелерден тұрады . Нақты сұлбаларда кілт транзистор болып табылады, ал одан әрі қарастырылған түрлендіргіштерде N-арналық дала Транзисторы өте жиі қызмет етеді.

DC/DC конверттерін бірнеше топқа бөлуге болады. Бұл түрлендіргіштердің шығыс кернеуі, әдетте кіріс кернеуінен төмен: реттеуші транзисторды қыздыруға ерекше шығынсыз кіріс кернеуі 12...50В болғанда ғана бірнеше вольт кернеуді алуға болады. Мұндай түрлендіргіштердің шығыс тогы жүктеме қажеттілігіне байланысты, бұл өз кезегінде түрлендіргіш схемотехникасын анықтайды. Егер аппаратураны қоректендіру гальваникалық элементтерден немесе аккумуляторлардан жүзеге асырылса, онда кернеуді қажетті деңгейге дейін түрлендіргіштердің DC/DC көмегімен ғана түрлендіруге болады. Тұрақты кернеу айнымалы, әдетте, бірнеше ондаған және тіпті жүздеген килогерц жиілігімен түрлендіріледі, көтеріледі (төмендейді), содан кейін түзетіледі және жүктемеге беріледі. Уақыт аралықтарының құрастыру құрылымы ішкі фаза сигналдарын құрастыру және беру үшін арналған. Машина циклдерінің саны командалардың орындалуының ұзақтықтығын анықтайды. Енгізу-шығару логикасы енгізу/шығару порттары арқылы сыртқы құрылымдармен ақпарат алмасу сигналдарын қабылдау және беру үшін арналған.



2.4-сурет – а) DC-DC төмендетуші түрлендіргіштің сұлбасы
б) тұйықталған кілтте токтың жүру жолы

мұндағы: $U_{кк}$ – қорек көзі;
$R_ж$ – жүктеме;
К – кілт.

Мысалы, бастапқы уақытта К кілті ажыратылады, демек $R_ж$ жүктемесіндегі кернеу $U_{кк}$ = 0 тең. Келесі уақытта К кілті тұйықталған және жүктемедегі кернеу қуат көзіне тең, ал тізбекте I ток өтетін болады (2.4-сурет). Содан кейін кілт қайтадан бұзылады және бәрі қайталанады. Осылайша, жүктемеде импульс түріндегі кернеу болады.

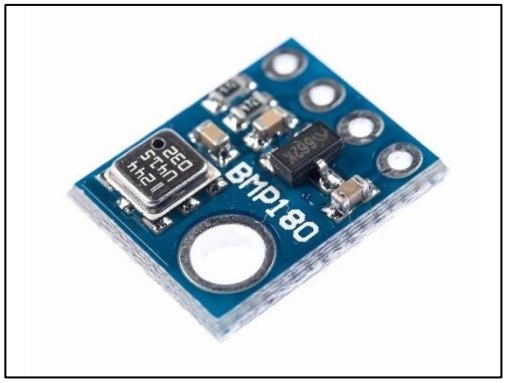
Егер импульс пен фазаның уақыты бірдей болса, онда жүктемедегі орташа кернеу қорек көзінің жартысына тең болады. Егер импульстің ұзақтығы кідіріс ұзақтығынан асып кетсе, онда жүктемедегі орташа кернеу де артады. Таза белсенді жүктеме кезінде ток нысаны кернеу нысанын қайталайды. Сондықтан жүктеме тогы үзік сипатқа ие. Бұл дегеніміз, егер мұндай түрлендіргіштің шығуына шамды қосса, онда кілтті ауыстыру жиілігі төмен болса, ол жарқырайды.

BMP180 сенсорлы қысым датчигі. Электронды барометрлер робототехникада және түрлі электрондық құрылғыларда қолданылады. BOSH компаниясының қысым датчиктері кең таралған және қолжетімді. Оларға: BMP085, BMP180, BMP280 және басқа да түрлері жатады. Бұл модульдің негізі – BMP180 қысымның және температураның интегралды пьезорезистивті датчигі, микромашиналық технология бойынша жасалған BOSCH фирмасының жаңа әзірлемесі болып табылады. Әрбір датчик зауытта жеке калибрленеді. Датчикте сақталатын кірістірілген термометр мен калибрлеу коэффициенттері осындай құрылғы сыныбы үшін бұрын қол жеткізілмейтіндерді алуға мүмкіндік береді. Датчиктің жоғары абсолюттік дәлдігі бар және биіктігі бойынша 0,2-ге ауыстыру кезінде атмосфера қысымының өзгеруін сенімді тіркейді. Модульді ауа райы станцияларында, ұшу аппараттарының тік жылдамдығының биіктік өлшегіштері мен датчиктерінде медицинада және желдету жүйелерінде қысымды бақылау үшін қолдануға болады.

BMP180 датчигі – пьезорезистивті схема бойынша салынған абсолютті қысым датчигі, онда төмен дәрежедегі шу, жоғары сызықтық деңгей мен көрсеткіштерді орнатудың жоғары жылдамдығы бар. Құрылғы пьезорезистивті датчиктен, термодатчиктен, АСТ, энергияға тәуелді жадыдан, ОЗУ және микроконтроллерден тұрады.

Техникалық параметрлері:

– қорек көзі: 3.3 - 5 В;
– жұмыс тогы: 0.5 мА;
– қысым диапазоны: 300 гПа - 1100 гПа;
– интерфейс: I2C;
– жұмыс істеу уақыты: 4.5 мс;
– қысымды өлшеу дәлдігі: 0,1 гектопаскаль;
– температураны өлшеу дәлдігі: 0,1°С;
– өлшемдері: 15 х 14 мм.



2.5-сурет – BMP180 датчигі

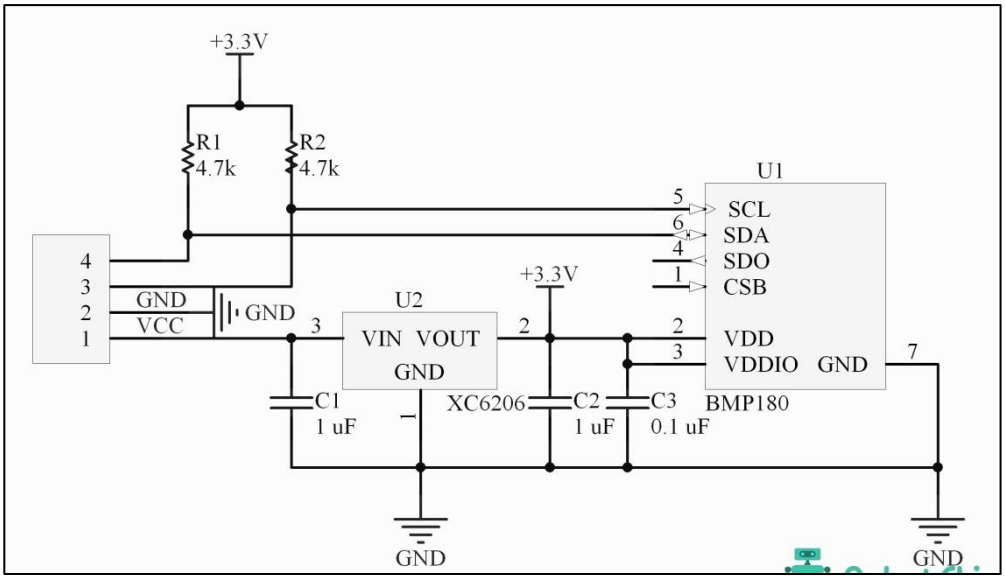
Контактілерді тағайындау:

– SCL – тактілеу желісі(Serial Clock);
– SDA – деректер желісі(Serial Data);
– VCC – «+» қоректендіру;
– GND – «-» жерлеу.

Модульдің сол жағында Bosch фирмасының bmp180 сенсорлы датчигі орналасқан. Ол 3.3В жұмыс істейді. Платада SOT-23 корпусына XC6206P332MR кернеу тұрақтандырғышы бар. Ол шығысында 3.3 В кернеу көрсетеді. Сонымен қатар 1 мкФ екі керамикалық конденсатордан тұратын тұрақтандырғышты байлау орнатылған. Байланыс I2C интерфейсі бойынша жүзеге асырылады, SCL және SDA сызықтары модульдің екінші жағындағы байланыс тобына бағытталады және қуатта сол жерде қосылады.

Датчикте герметикалық камера бар, оның қабырғаларының бірі оған тензодатчиктер орнатылған иілгіш мембранасы болып табылады. Мембрана камераның ішіндегі және сыртындағы қысымның әртүрлілігіне пропорционалды түрде күледі, бұл тензодатчиктердің электр тогына

кедергісінің өзгеруіне әсер етеді. Сондай-ақ термодатчик бар, оның кедергісі температураға сәйкес өзгереді.



2.6-сурет – BMP180 датчигінің принциптік сұлбасы

АСТ (аналого-сандық түрлендіргіш) датчиктерді өлшеу нәтижелерін "out MSB", "Out LSB" және "Out xLSB" датчиктерінің регистрлерінен оқу үшін қол жетімді. Көрсетілген нәтижелерді өтеу үшін (ығысудың компенсациясы, температуралық тәуелділік, дайындау кезіндегі қателіктер, материалдардың біртектілігі және т.б.) әрбір датчик зауытта калибрленеді және EEPROM-де датчиктің регистрлерінен оқуға қол жетімді 11 калибрлеу коэффициенттерінің (176 бит) әрбір датчигі үшін жеке жазылады: "AC1", "AC2", "AC3", "AC4", "AC5", "AC 6", "B1", "B2", "MB", "AC4", "aC5", "AC 6", "B1", "B2", "MB", "Mc", "MD".

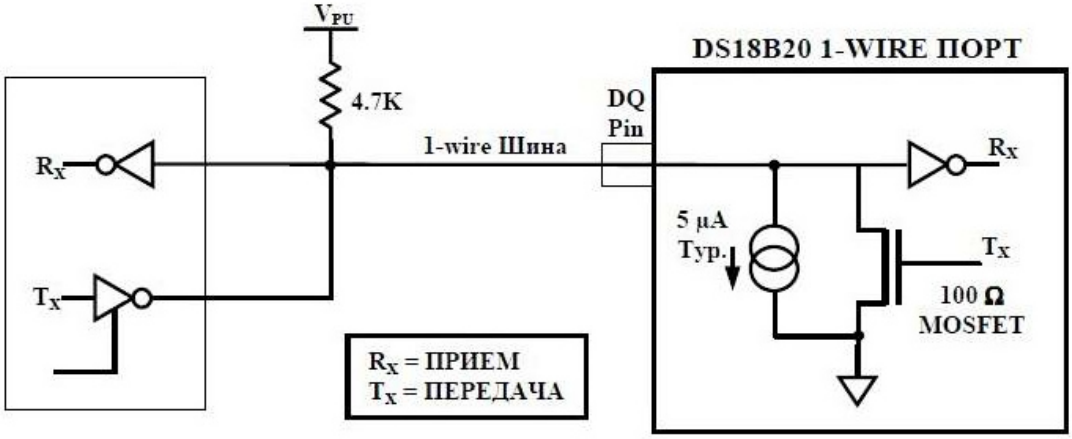
DS18B20 температура датчигі. Дипломдық жобада температураны өлшеу DS18B20 сандық температура датчигінің көмегімен жүргізіледі. Бұл датчик герметикалық корпуста жасалған. Датчиктің герметикалық орындалуы оны микротәсімдер үшін қолайсыз жағдайларда температураны өлшеу үшін пайдалануға мүмкіндік береді, бұл оны ауа мен топырақтың температурасын өлшеу үшін пайдалануға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, бұл сенсор ең танымал және қол жетімді температура датчиктерінің бірі. Датчиктің сыртқы түрі 2.7-суретте көрсетілген.

DS18B20 – 9-12 разрядты түрлендіру және температураны бақылау дабыл сигналының функциясы бар сандық температура өлшеуіш. Бақылау параметрлерін пайдаланушы орнатуы және сенсордың энергияға тәуелді жадында сақталуы мүмкін. DS18B20 1-Wire интерфейсінің протоколын пайдалана отырып, бір сымды байланыс желісі бойынша микроконтроллер мәліметтерімен алмасады. Қуат сенсор сыртқы көзді пайдаланбай, тікелей деректер желісінен ала алады. Бұл режимде датчиктің қоректенуі паразиттік

сыйымдылықтағы энергиядан жүреді. -10 +85°С диапазоны үшін қателігі 0,5°С аспайды. Әрбір DS18B20 микросхемасының ұзындығы 64 разрядты бірегей сериялық коды бар, ол бірнеше датчиктерге бір ортақ байланыс желісіне қосылуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бір микроконтроллер порты арқылы бірнеше датчиктермен алмасуға болады. Режим экологиялық бақылау, ғимараттардың, жабдық тораптарының температурасын бақылау жүйелерінде пайдалануға өте ыңғайлы.

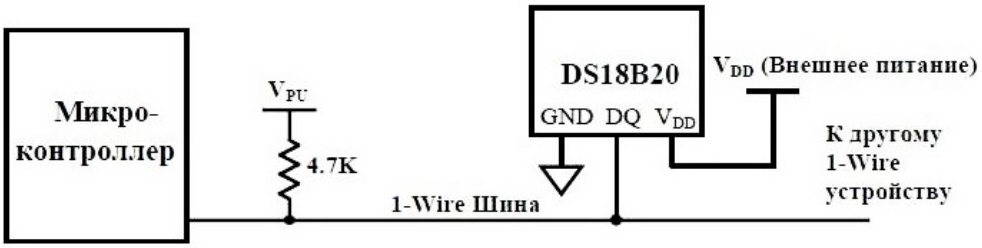
2.7-сурет – DS18B20 температура датчигі

DS18B20 сенсоры бір сымды байланыс желісі бойынша деректерді алмасады және ол үшін 1-Wire деректер тарату протоколын пайдаланады. 1-Wire протоколы екі жаққа да құрылғылар мен деректерді беру үшін екі бағытты шинаны пайдаланады. Мұндай құрылғылар желісінің топологиясы жалпы шина болып табылады, яғни барлық құрылғылар деректерді жалғанған жалпы кабель бойынша бере алады. Бұл құрылғының бір кіріс контактісіне 127 сенсорға дейін қосуға болады дегенді білдіреді. Шина конфигурациясының сұлбасы 2.8- суретте көрсетілген.



2.8-сурет – Шинаның конфигурация сұлбасы

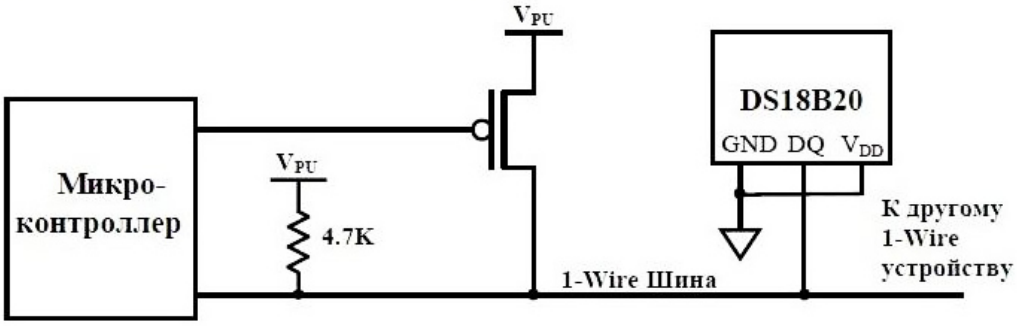
Егер датчик сыртқы қуат көзіне қосылған болса, онда контроллер деректер желісінің күйін оқи алады. Температура мәнін екілік кодқа түрлендіргенше, деректер желісінде логикалық "0" сақталады, түрлендіру аяқталғаннан кейін деректер желісі логикалық "1" күйіне ауысады. Сыртқы қуат көзіне қосылу сұлбасы 2.9-суретте көрсетілген.



2.9-сурет – Сыртқы қуат көзіне қосылу сұлбасы

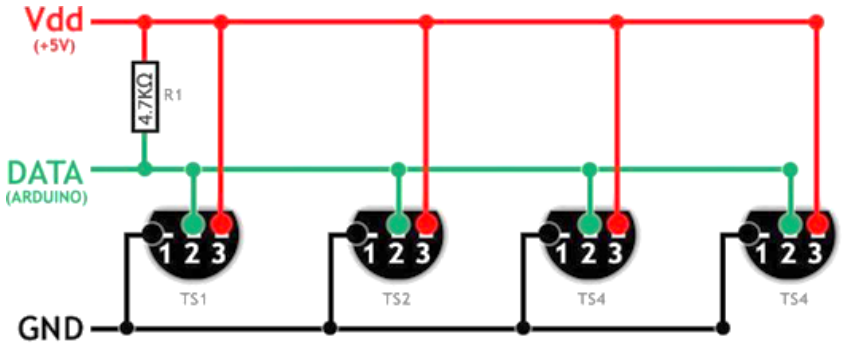
Сондай-ақ датчик деректер желісі бойынша тікелей қоректендіруді алатын датчикті қосудың паразиттік тәсілі болуы мүмкін. Қосудың мұндай тәсілі кезінде қорек шинадағы сигналдың жоғары логикалық деңгейі кезінде деректер желісіне қосылған тартқыш резистор арқылы беріледі. Жоғары деңгейдегі сигнал конденсаторын зарядтайды. Осы микросхема желісінде төмен логикалық деңгейде осы конденсатордың энергиясымен қоректенеді.

Егер датчик осындай тәсілмен қосылған болса, онда қайта құру кезінде, Ср конденсаторында қорек кернеуін ұстап тұру үшін жеткіліксіз болуы мүмкін. Бұл мәселені шешу үшін қуатты қоректендіруге шина тарту қажет болуы мүмкін, сондықтан мұндай қосылу тәсілі пайдалануға ыңғайлы емес. 2.10-суретте паразиттік қоректену режиміндегі датчикті қосу сұлбасы көрсетілген.



2.10-сурет – Паразиттік қоректену режимінде қосылу сұлбасы

2.11 суретте датчиктерді сыртқы қорек режимінде контроллерге қосу тәсілі көрсетілген. Мұндай қосылу әдісі дипломдық жобада қолданылады.



2.11-сурет – Датчиктерді контроллерге қосу сұлбасы

2.1-кесте – DS18B20 техникалық сипаттамалары

Сипаттама	Мән
Қуат кернеуі	3,0 В … 5,5 В
Датчиктің шығысындағы кернеу	-0,5 В … 6,0 В
Өлшенетін температура	-55°С … 125°С
Диапазондағы 0,5°С кем қателік	-10°С … 85°С
Түрлендіру уақыты	750 мс
Ең көп тұтынылатын ток	1 мА
Күту режимінде тұтынылатын ток	750 нА

Регистр арқылы термодатчикті түрлендіру рұқсатын орнатуға болады. Рұқсат 9, 10, 11 немесе 12 бит берілуі мүмкін. Конфигурация регистрі және дабыл сигналының табалдырықтары энергияға тәуелді жадта (EEPROM) болады. DS18B20 микросхемасында деректер алмасу үшін Dallas корпорациясының 1-Wire арнайы протоколын пайдаланады. Байланыс желісі үшін әлсіз тартқыш резистор талап етіледі, өйткені барлық құрылғылар физикалық бір жалпы шинаға қосылған және үш жай-күймен шығу немесе ашық ағын түріндегі шығу қолданылады. Бұл жүйеде бір шина бар микроконтроллер (мастер) шинадағы құрылғылардың бар болуын анықтайды және олармен әр құрылғы үшін бірегей адресті – 64 биттік кодты пайдалана отырып алмасады. Өйткені әрбір термодатчиктің бірегей коды бар, онда шинаға қосылған құрылғылар саны іс жүзінде шектелмеген. 1-Wire интерфейсінің хаттамасы 1-Wire интерфейсі бөлімінде егжей-тегжейлі сипатталған [16].

DS18B20 тағы бір ерекшелігі – сыртқы қуат көзі жоқ жұмыс. Қоректену шинаның жоғары деңгейі кезінде тартқыш резистор және DQ шығару арқылы жүреді. Жоғары деңгейдегі сигналды DQ шығысы арқылы ішкі конденсатор (Cpp) зарядтайды, оның энергиясымен байланыс желісінің төменгі деңгейінде микросхема қоректенеді. Бұл әдіс 1-Wire протоколының ерекшелігінде "паразиттік тамақтану"деп аталады. DS18B20 үшін сыртқы қоректендіруді пайдалануға кедергі болмайды. Ол Vdd шығаруға беріледі.

DS18B20 негізгі функциясы – датчиктің температурасын сандық кодқа түрлендіру. Түрлендіруге рұқсат 9, 10, 11 немесе 12 бит беріледі. Бұл рұқсат ету қабілетіне - 0,5 (1/2) °C, 0,25 (1/4) °C, 0,125 (1/8) °C және 0,0625 (1/16) °C сәйкес келеді. Қуат көзін қосқаннан кейін DS18B20 тыныштықтың төмен тұтыну жағдайында болады. Температураны өлшеуді бастау үшін шебер (микроконтроллер) [44h] температураны түрлендіру командасын орындауы тиіс. Түрлендіруді аяқтағаннан кейін температураны өлшеу нәтижесі температура тіркелімінің 2 байттарында болады және датчик қайтадан тыныштық күйіне өтеді.Егер DS18B20 сыртқы қоректену схемасы бойынша қосылса, онда шебер конвертация командасының күйін бақылай алады. Ол үшін желі күйін оқып (уақытша оқу слотын орындау), команда аяқталғаннан кейін желі жоғары күйге ауысады. Айырбастау пәрменін орындау кезінде желі төмен күйде ұсталады.

DS18B20 сыртқы қоректену көзіне Vdd шығысы арқылы қосылуы немесе "паразиттік қоректену" схемасы бойынша, қосымша көзсіз жұмыс істеуі мүмкін. "Паразиттік тамақтану" режимі қашықтағы температура датчиктері бар қосымшалар үшін өте ыңғайлы. 2.11-суретте "паразиттік тамақтануды" пайдаланатын схема келтірілген. Шина кернеуінің жоғары деңгейі кезінде энергия DQ шығысы арқылы Cpp" паразиттік " конденсаторында жинақталады. Шинаның төменгі деңгейінде конденсатор энергиясы датчиктің қоректенуін қамтамасыз етеді. "Паразиттік қоректену" режимінде Vdd қорытындысы схеманың жалпы сымымен (жермен) міндетті түрде қосылуы тиіс. Паразиттік қоректену режимінде Шина сигналы мен Cppp заряды уақыт параметрлері мен сигналдар деңгейіне қойылатын талаптар электрлік сипаттамалар бөліміне сәйкес келген жағдайда DS18B20 жұмысы үшін қажетті токты қамтамасыз етуге қабілетті.

DS18B20 температураны түрлендіру немесе EEPROM жад деректерін көшіру операциясын орындағанда, тұтынылатын ток 1,5 мА-ға жетуі мүмкін. Мұндай ток құрылғының қуат кернеуін рұқсат етілмеген мәнге дейін төмендетуі мүмкін. Тартқыш резистор тогы және Cpp қорек энергия осы екі режимде қоректену үшін жеткіліксіз. Құрылғының жеткілікті қоректенуіне кепілдік беру үшін температураны түрлендіру немесе EEPROM жад деректерін көшіру кезінде жоғары деңгейге қуатты шина тартылуын қамтамасыз ету қажет. Әдетте, жоғары деңгейлі шығыс тогының қазіргі заманғы микроконтроллерінде DS18B20 қоректендіру үшін жеткілікті. Сонда MOSFET транзисторында қажеттілік жоқ. DS18B20 қоректену үшін қалыпты әдіс – VDD шығысы арқылы сыртқы қоректендіруді қосу қолданылуы мүмкін. Бұл әдіс MOSFET транзистор қажеттілігі болмаған кезде және шинаны түрлендіру кезінде еркін қалады және басқа мақсаттарда пайдаланылуы мүмкін.

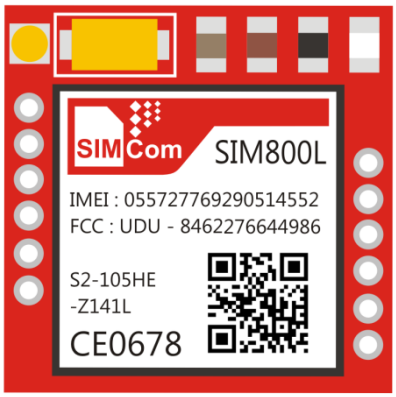
DS18B20 температура датчигінің жады жедел (SRAM) және энергияға тәуелді (EEPROM) жадынан тұрады. EEPROM-де TH, TL регистрлері және конфигурация регистрі сақталады. Егер дабыл функциясы қолданылмаса, онда

TH және TL регистрлері жалпы мақсаттағы регистрлер ретінде пайдаланылуы мүмкін.

SIM800L модулі. SIM800L чипіндегі GSM модулі – бұл саяжай немесе үй күзеті, машинадағы сигнал беру және т.б. сияқты әртүрлі жобаларда қолдануға болатын шағын GSM-модем. Бұл модуль функционалы бойынша кәдімгі ұялы телефоннан кем емес және оның көмегімен SMS хабарламалар жіберуге, телефон қоңырауларын жасауға немесе қабылдауға, GPRS, TCP/IP арқылы интернетке қосылуға және т.б. болады. Сонымен қатар, модуль GSM/GPRS төрт диапазонды желісін қолдайды.

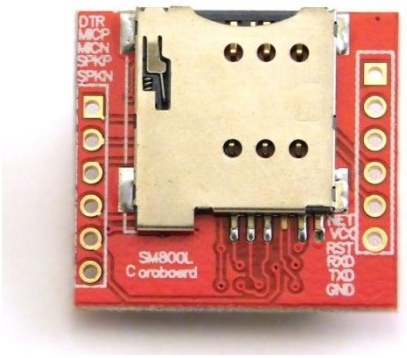
Техникалық параметрлері:

- қуат кернеуі: 3.7 В ~ 4.4 В;
- тұтынылатын күту режимі: 0,7 мА;
- ең жоғары ток: 2 А;
- SIM карта форматы: microSIM;
- жұмыс ауқымы: EGSM900, DCS1800, GSM850, PCS1900;
- қуат беру DCS1800, PCS1900: 1 Вт;
- жеткізу қуаты GSM850, GSM900: 2 Вт;
- желі режимі: 2G;
- өлшемдері: 25 мм х 24 мм х 4 мм.



2.12-сурет – SIM800L модулінің алдыңғы көрінісі.

Модуль негізінде SimCom SIM800L чипі жатыр. Чиптің жұмыс кернеуі 3.4 В-тен 4.4 В-ке дейін, бұл литий батареяынан тікелей қоректену үшін тамаша етеді. SIM800L чипінің контактілері модульдің бүйірінен шығарылған. Микроконтроллермен байланыс үшін қажетті контактілерді қоса алғанда, UART интерфейсі, жылдамдықты автоматты түрде анықтаумен 1200 бит/с-тан 115200 бит/с-қа дейінгі қолдау жылдамдығы. Ұялы желіге қосылу үшін сыртқы антенна қажет, ол модульмен бірге жүреді. Сонымен қатар, егер шығарылатын антеннаны қосу қажет болса, платада u.FL ұясы бар.

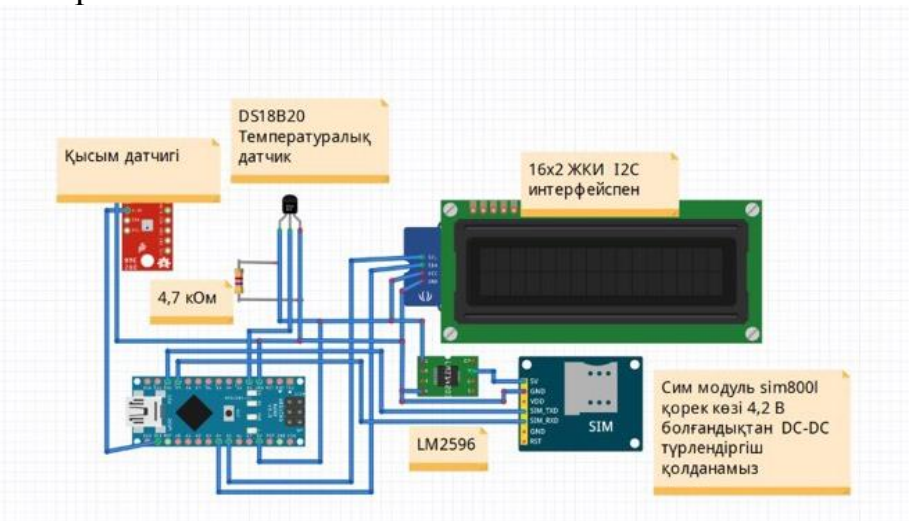


2.13-сурет – SIM800L модулінің артқы көрінісі

Артқы панельде SIM картасын орнатуға арналған ұяшық орналасқан (кез келген SIM картасы жарамды, ең бастысы белсендірілген болуы керек). SIM картасын sim800l чипіне контактілермен орнату керек, ал кілт жоғарыдан орналасуы керек.

2.2 Газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабының жасалуы

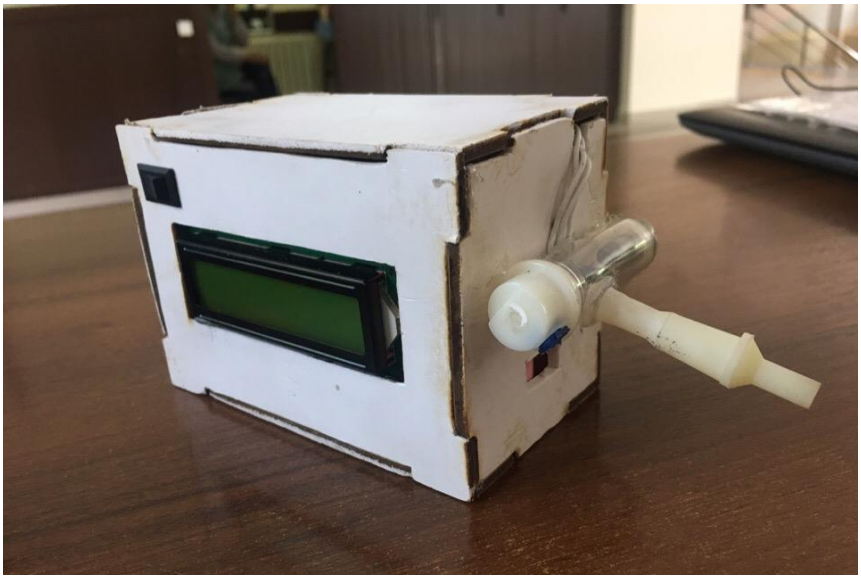
Аспапты қолдан жасау үшін бізге arduino nano, модуль sim800l, LCD дисплей, DC-DC түрлендіргіштер, 9 вольтті батарейка, қысым датчигі bmp180, температура датчигі ds18b20, корпус және жалғағыш сымдар керек. Аспаптың сұлбасы Fritzing программасы арқылы жасалынды. 2.10-суретте аспаптың қосылу сұлбасы көрсетілген.



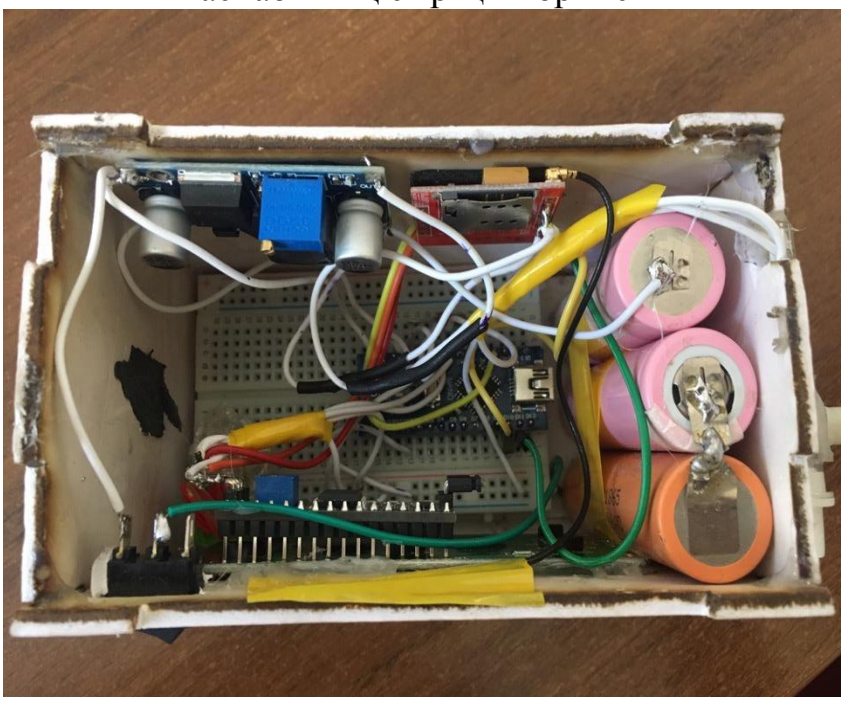
2.10-сурет – Газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабының қосылу сұлбасы

Берілген элементтерді сұлбада көрсетілгендей, сымдар арқылы бір-біріне жалғанады. Arduino IDE программасы арқылы микроконтроллерге скетчті жазамыз. Кейін, жиналған құрылғыны ПВХ-дан жасалған корпус

ішіне орнатамыз. 2.11-суретте дайын аспаптың сыртқы көрінісі, 2.12-суретте ішкі көрінісі, 2.13-суретте бағдарламалық код көрсетілген.



2.11-сурет – Газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабының сыртқы көрінісі



2.12-сурет – Газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабының ішкі көрінісі

2.13-суретте жасалған аспаптың бағдарламалық коды көрсетілген. Оның толық листингі А қосымшасында көрсетілген.

BMP180_DS18b20

```
#include <Arduino.h>
#include <OneWire.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <BMP180MI.h>
#include <SoftwareSerial.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
#define I2C_ADDRESS 0x77
BMP180I2C bmp180(I2C_ADDRESS);

OneWire ds(A0); // Создаем объект OneWire для шины 1-Wire, с помощью которого будет осуществляться работа с датчиком


String numberSMS_1 = "+77472836040";
String textZone_1 = "Qysym 110 kPa-dan asyp ketti!!!";
SoftwareSerial mySerial(11, 10);

void setup() {

  mySerial.begin(9600);
  initGSM();
  lcd.init();
  lcd.init();
  Serial.begin(9600);
   lcd.backlight();
  while (!Serial);
  Wire.begin();
  if (!bmp180.begin())
```

2.13-сурет – Бағдарламалық код

3 Жұмыстың технико-экономикалық негіздемесі

3.1 Жұмыстың сипаттамасы мен қажеттілігінің негіздемесі

Дипломдық жобада газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабының жасап шығарылуы мен есептеу әдістері қарастырылады. Қазіргі танда газбен қамтамасыз ету жүйесін пайдалануда материалдық қорлар шығынының техникалық және технологиялық нормаларын анықтау әдістемесі материал қорының қажеттілігін, тарифтік сметаларды өңдеу, газ тарату жүйелері бойынша газ тасымалдау тарифтерінің қалыптастуын анықтауда, табиғи газ тарату желіліерін аралық және күрделі жөндеуін және өндірісті ұйымдастыру шараларын әзірлеуде газ тарату ұйымдарының мамандары қолдануға арналған, техникалық қызмет көрсету материалдық шығындарының нормалық үлесін қамтиды.

3.2 Газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабын есептеу мен құрастыруға кететін шығындарды анықтау

Есептеу және құрастыру жұмыстарын өткізудің өзіндік бағасын анықтау үшін келесі шығындарды есептеу қажет:

– негізгі қызметкерлердің төлемақысы (яғни жұмысқа тікелей қатысатын қызметкерлер үшін);
– қосымша төлемақы;
– еңбек қорына төлем;
– еңбек қоры төлемінен әлеуметтік салыққа түсетін аударым көлемі;
– амортизациялық аударым көлемі;
– коммуналдық төлемақылармен бірге жалдауға кеткен төлемақы құны;
– материалдарға кеткен шығын көлемі;
– сертификаттау мен лицензияға кеткен шығын көлемі;
– сатып алушыны іздеу мен жарнамаға кеткен шығын көлемі;
– салықтар көлемі (жол, транспорттық және т.б.);
– үстеме шығындар көлемі.

3.3 Газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабын есептеу мен құрастырудың еңбек сыйымдылығы мен ұзақтығын есептеу

Газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабын есептеу мен құрастыру келесі сатылардан тұрады:

– пәндік облысты зерттеу;
– газ құбырының түрлеріне анализ жасау;
– таңдалған әдістің өнімділігін есептеу;
– газ құбырының апаттық жағдайына қарсы аспап құрастыру;
– арнайы бағдарламаны құрастыру;
– құрылғыны сынақтан өткізу;
– құрылғыны қондыру.

Еңбек сыйымдылығының кезеңдері мен жұмыс түрінің жиынтығы бойынша қондырғыны құрастыру жұмыстарының еңбек сыйымдылығы сарапшы бағалайтын адам-күн жолы бойынша ықтималдық сипатта жүреді. Себебі бірнеше ескеруге қиын факторлардан тұрады.

Жобаны жасауға 3 қызметкер қатысады. Олар: бас инженер, инженер-бағдарламаушы, инженер-жобалаушы.

Бас инженер негізгі есептерді орындайды, сонымен қатар бас инженер ретінде жұмыс міндеттерінің орындалуын, бүкіл уақыт кезеңінде жұмыс барасын қадағалап, қажетті кеңестер берумен айналысады. Инженер-бағдарламаушы құрылғының ақпараттық және бағдарламалық қамтамасыздандырумен айналысады, ал инженер-жобалаушы құрастыру жұмыстарымен, оның ішінде дәнекерлеу жұмыстарына жауапты [17].

Газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабын құрастыру бойынша еңбек сыйымдылығына баға беру 3.1 кестеде көрсетілген.

3.1-кесте – Газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабын құрастыру бойынша еңбек сыйымдылығын есептеу

№	Жұмыс мазмұны	Орындаушылар	Ұзақтығы, күн
2	Газ құбырының апаттық жағдайы түрлеріне анализ жасау	Бас инженер Инженер-бағдарламалаушы Инженер-жобалаушы	3 1 1
3	Таңдалған әдістің өнімділігін есептеу	Бас инженер Инженер-бағдарламалаушы Инженер-жобалаушы	2 1 2
4	Апаттық жағдай жөнінде хабарлама беру аспабын құрастыру	Бас инженер Инженер-жобалаушы	4 3
5	Арнайы бағдарламаны құрастыру	Бас инженер Инженер-бағдарламалаушы	2 4
6	Құрылғыны сынақтан өткізу	Бас инженер Инженер-бағдарламалаушы Инженер-жобалаушы	4 2 2
7	Құрылғыны қондыру	Бас инженер Инженер-бағдарламалаушы Инженер-жобалаушы	3 1 1
Барлығы			45

Жоба бойынша жасалған жұмыстың еңбек сыйымдылығы:

– бас инженер – 23 адам-күн;
– инженер-бағдарламалаушы – 11 адам-күн;
– инженер-жобалаушы – 11 адам-күн.

3.4 Газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабын есептеу мен құрастыруға кеткен қызметкерлердің төлемақысын есептеу

Қызметкерлердің негізгі жалақысы мына өрнек бойынша есептеледі:

$$Ж_{нег} = Ж_{орт} * T \quad (3.1)$$

мұндағы, $Ж_{нег}$ – қызметкерлердің негізгі жалақысы (тг);
$Ж_{орт}$ – қызметкердің бір күнгі орташа жалақысы (тг);
T – еңбек сыйымдылығы (45 адам-күн);

Бас инженер үшін негізгі жалақы құны:

$$Ж_{нег} = 5000 * 23 = 115\,000 \text{ тг.}$$

Инженер-бағдарламалаушы үшін негізгі жалақы құны:

$$Ж_{нег} = 4000 * 11 = 44\,000 \text{ тг.}$$

Инженер-жобалаушы үшін негізгі жалақы құны:

$$Ж_{нег} = 4000 * 11 = 44\,000 \text{ тг.}$$

Айлық 21 жұмыс күні үшін есептелген. Негізгі жалақы есебін 3.2 кестеде көрсетілген.

3.2- кесте – Негізгі жалақы есебі

Қызметкерлер	Айлық, тг/ай.	Қызметақы тг/күн.	Еңбек сыйымдылығы, адам-күн.	Сомасы, тг.
Бас инженер	105 000	5000	23	115 000
Инженер-бағдарламалаушы	84 000	4000	11	44 000
Инженер-жобалаушы	84 000	4000	11	44 000
Қызметкерлердің негізгі жалақысы $Ж_{нег}$				203 000

Қызметкерлердің демалыс пен ауырғанына кеткен шығындарды есептеу келесі өрнекпен анықталады, яғни қызметкерлердің қосымша жалақысы (орташа есеппен алғанда негізгі жалақыдан 10% - бен есептелінеді):

$$Ж_{қос} = 0{,}1 * Ж_{нег} \quad (3.2)$$

Бас инженер үшін қосымша жалақы құны:

$$Ж_{қос} = 0,1 * 115\,000 = 11\,500 \text{ тг.}$$

Инженер-бағдарламалаушы үшін қосымша жалақы құны:

$$Ж_{қос} = 0,1 * 44\,000 = 4400 \text{ тг.}$$

Инженер-жобалаушы үшін қосымша жалақы құны:

$$Ж_{қос} = 0,1 * 44\,000 = 4400 \text{ тг.}$$

3.5 Әлеуметтік аударым есебі

Әлеуметтік салық Қазақстан Республикасының Салық туралы кодексы бойынша еңбекақы қорынан (ЕАҚ) 9,5 %-ды құрайды. Ал зейнетақы қорысының (ЗАҚ) төлемі ЕАҚ 10%-ын құрайды. Зейнетақы қорынан әлеуметтік салық алынбайды.

Еңбекақы қорын келесі өрнек арқылы есептеуге болады:

$$ЕАҚ = Ж_{нег} + Ж_{қос} \quad (3.3)$$

мұндағы, $Ж_{нег}$ – негізгі жалақы;
$Ж_{қос}$ – қосымша жалақы;

Бас инженер үшін еңбекақы қорының көлемі:

$$ЕАҚ_1 = 115000 + 11500 = 126\,500 \text{ тг.}$$

Инженер-бағдарламалаушы үшін еңбекақы қорының көлемі:

$$ЕАҚ_2 = 44000 + 4400 = 48\,400 \text{ тг.}$$

Инженер-жобалаушы үшін еңбекақы қорының көлемі:

$$ЕАҚ_3 = 44000 + 4400 = 48\,400 \text{ тг.}$$

Еңбекақы қорының жалпы сомасы:

$$\sum ЕАҚ = 126500 + 48400 + 48400 = 223\,300 \text{ тг.}$$

Зейнетақы қорына (ЗАҚ) аударылым көлемі келесі өрнекпен есептеледі:

$$ЗАҚ = ЕАҚ * 0,1 \quad (3.4)$$

мұндағы, ЕАҚ – еңбекақы қоры.

Бас инженер үшін зейнетақы қорына аударылым көлемі:

$$ЗАҚ_1 = 126500 * 0,1 = 12\ 650 \text{ тг.}$$

Инженер-бағдарламалаушы үшін зейнетақы қорына аударылым көлемі:

$$ЗАҚ_2 = 48400 * 0,1 = 4840 \text{ тг.}$$

Инженер-жобалаушы үшін зейнетақы қорына аударылым көлемі:

$$ЗАҚ_3 = 48400 * 0,1 = 4840 \text{ тг.}$$

Зейнетақы қорының жалпы сомасы:

$$\sum ЗАҚ = 12650 + 4840 + 4840 = 22\ 330 \text{ тг.}$$

Әлеуметтік салыққа аударым көлемін келесі өрнекпен анықтаймыз:

$$С_{әлеу} = (ЕАҚ - ЗАҚ) * 0,095 \qquad (3.5)$$

Бас инженер үшін әлеуметтік салыққа аударым көлемі:

$$С_{әлеу1} = (126500 - 12650) * 0,095 = 10\ 815 \text{ тг.}$$

Инженер-бағдарламалаушы үшін әлеуметтік салыққа аударым көлемі:

$$С_{әлеу2} = (48400 - 4840) * 0,095 = 4138 \text{ тг.}$$

Инженер-жобалаушы үшін зейнетақы қорына аударылым көлемі:

$$С_{әлеу3} = (48400 - 4840) * 0,095 = 4138 \text{ тг.}$$

Әлеуметтік аударымдардың жалпы сомасы:

$$\sum С_{әлеу} = 10815 + 4138 + 4138 = 19091 \text{ тг.}$$

Қызметкерлерге байланысты әлеуметтік аударымдар 3.3-кестеде көрсетілген.

3.3- кесте – Әлеуметтік аударымдар көлемі

	Еңбекақы қоры, тг.	Зейнетақы қоры, тг.	Әлеуметтік салық, тг.
Бас инженер	126 500	12 650	10 815
Инженер-бағдарламалаушы	48 400	4840	4138
Инженер-жобалаушы	48 400	4840	4138
Барлығы: $\sum$ЕАҚ, $\sum$ЗАҚ, $\sum С_{әлеу}$	223 300	22 330	19 091

3.6 Материалдарға кеткен шығын көлемін есептеу

Материалдық шығындарға кеткен сомма көлемін келесі өрнекпен анықтауға болады:

$$З_м = \sum P_i \times Ц_i \quad (3.6)$$

мұндағы, P_i – і түрлі материалды ресурсқа кеткен шығын;
$Ц_i$ – і түрлі материалды ресурстың данасының бағасы, тг;
і – материалдық ресурстың түрі;
n – материалдық ресурстар түрлерінің саны.

Материалдық ресурстарға кеткен шығын көлемінің есептеулері 3.4 және 3.5- кестеде көрсетілген.

3.4 кесте – Материалдық ресурстарға және құрастыруға кеткен шығын көлемі.

Материалдың атауы	Маркасы	Өлшем бірлігі	Саны	1 дана үшін бағасы, тг.	Соммасы, тг.
Arduino платасы	arduino nano	Дана	1	4000	4000
LCD Keypad Shield	16x2	Дана	1	2400	2400
USB кабель	2.0	Дана	1	500	500
Қысым датчигі	Bm180	Дана	1	1700	1700
Түрлендіргіш	Dc-dc	Дана	1	700	700
Модуль	Sim800l	Дана	1	3500	3500
Температура датчигі	Ds18b20	Дана	1	750	750
Барлығы				13550	13550

3.5 кесте – Бағдарламалық қамтамасыздандыруға кететін шығындар

Материалдың атауы	Маркасы	Өлшем бірлігі	Саны	1 дана үшін бағасы, тг.	Соммасы, тг.
Жүйелі блок	HP ELITE 8000 WB666EA	Дана	2	110000	220000
Монитор	Samsung S22D300NY	Дана	2	30000	60000
Тінтуір	CRN-MSOW03	Дана	2	1500	3000
Пернетақта	Sven 7007		2	2600	5200
Бағдарламалық қамтамасыздандыру	Arduino IDE, Solid Works, Proteus	Дана	1	70 000	70 000

Жүк тасымалдауға кететін шығын материалдардың жалпы сомасынан 10%-ды құрайды. Ол келесі өрнекпен анықталады:

$$С_м = З_м \times 0,1 \quad (3.7)$$

Жүк тасымалдауға кететін шығын көлемі:

$$С_м = 371\,750 \times 0,1 = 37\,175 \text{ тг.}$$

Жобаны толықтай жасап шығару үшін 1,8 ай уақыт қажет (45/25=1,8). Соған байланысты кеңселік ғимарат жалға алынады. Алматы қаласы бойынша кеңселік ғимаратты жалға алу сомасы 90 000 теңге көлемінде (1 айға) болады. Жобаны жасау бойынша жалдауға кеткен жалпы сома көлемі 162 000 теңге болады. Осы соманың ішінде:

- 24 шаршы метрге тең жұмыс аймағының;
- электр энергиясы;
- суық су;
- ыстық су;
- жылыту жүйесі;
- қарауыл қызметі;
- интернет желісі сияқты шығындар жатады.

3.7 Амортизациялық аударымдар

Амортизациялық аударымдар C_a келесі өрнекпен анықталады:

$$C_a = \text{Н} \times \Phi \quad (3.8)$$

мұндағы, Н – орташа жылдық амортизация нормасы, %;

Ф – құрылғының бастапқы бағасы, тг.

Қазақстан Республикасының салық кодексының 25.12.2017 N 120-VI ЗРК «Салықтар және бюджетке түсетін басқа төлемдер туралы» бөлімі бойынша автокөлік және құрылғылар (II топ) үшін амортизацияның шектік нормасы 25%-ды құрайды, ал компьютерлер, бағдарламалық қамтамасыздандыру және ақпаратты өңдейтін құрылғылар (III топ) үшін шектік амортизация нормасы 40 %-ды құрайды.

Құрылғы үшін амортизациялық аударым көлемі:

$$\text{С}_\text{а} = 13550 \times 0{,}25 = 3387{,}5 \text{ тг.}$$

Бағдарламалық қамтамасыздандыру және ақпаратты өңдейтін құрылғылар үшін амортизациялық аударым көлемі:

$$\text{С}_\text{а} = 358200 \times 0{,}4 = 143\,280 \text{ тг.}$$

Жобаның толықтай бағасы келесі өрнекте көрсетілген:

$$\text{С}_\text{жоба} = 223\,300 + 13\,550 + 358\,200 + 162\,000 + 181\,184 + 121242 + 31278 = 990\,66 \text{ тг.}$$

3.6-кесте – Жобаны жасауға кеткен шығындардың сметасы

Жобаның жасалу кезеңдеріндегі шығындар	Сомасы, тг.
Еңбекақы қорының жалпы сомасы	223 300
Әлеуметтік аударымдар	19 091
Материалдық ресурстарға және құрастыруға кеткен шығын	13 550
Бағдарламалық қамтамасыздандыруға кететін шығын	358 200
Жалдауға және коммуналдық қызметтерге кеткен шығын	162 000
Амортизациялық аударымдар	181 184
Жүк тасымалдауға кеткен шығын	37 175
Барлығы	1 029 016,5

3.8 Жұмыстың болжамдалған құнын есептеу

Жобаның ықтимал құнының көлемі өнімділіктің, қасиеттернің және уақытысында орындалуы орындаушы мен сатып алушының қаржылық қызығушылығының дейгейіне жауап беретіндей қылып орнатылады.

Жобаның келісілген бағасы келесі өрнекпен есептеледі:

$$Ц_{oi} = С_{жоба} \times \left(1 + \frac{Р}{100}\right) + ҚҚС \quad (3.9)$$

мұндағы, $Ц_{oi}$ – жобаның келісілген бағасы, тг;
$С_{жоба}$ – жобаны жасауға кеткен шығын, тг;
Р – рентабельділіктің орташа деңгейі, %;
ҚҚС – қолданбалы құнның салығы, %.

$$С_{ҚҚС-сыз} = 1\ 029\ 016{,}5 \times \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 1\ 131\ 918 \text{ тг.}$$

Жобаның қосымша бағасынан қосылатын құнның салық ставкасы келесі өрнекпен есептеледі:

$$ҚҚС = 1\ 131\ 918 \times 0{,}12 = 135\ 830 \text{ тг.} \quad (3.10)$$

Жобаның келісілген бағасының көлемі:

$$Ц_{oi} = 1\ 131\ 918 + 135\ 830 = 1\ 267\ 748 \text{ тг.}$$

3.9 Жұмыстың тиімділігін бағалау

Ғылыми зерттеу жұмыстарының басты ғылыми әсерінің көрсеткіштері жұмыс жаңашылдығы, теориялық пысықталуының дәрежесі, болашағы, нәтижелерінің таралу дәрежесі және іске асыру ықтималдылығы болып табылады. Ғылыми-зерттеу жұмыстарының ғылыми әсерін екі көрсеткішпен мінездеуге болады: ғылыми жаңашылдығының дәрежесі және теориялық пысықталуының деңгейі.

Ғылыми әсерді мінездейтін көрсеткіш келесі өрнекпен анықталады:

$$Э_{н} = 0{,}6k_{жаң} + 0{,}4k_{теор} \quad (3.11)$$

мұндағы, $k_{жаң}$, $k_{теор}$ - ғылыми жаңашылдығының дәрежесі мен теориялық пысықталуының деңгейінің көрсеткіштері;

0,6; 0,4 – ғылыми жаңашылдығының дәрежесі мен теориялық пысықталуының деңгейінің көрсеткіштерінің коэффициенттері.

Ғылыми жаңашылдығының дәрежесі бойынша осы жұмыс біршама жаңа болып табылады. Өйткені бұл технология тек шетелде ғана бар, ал ҚР әлі қолданыста жоқ. А қосымшасы бойынша жобаның ғылыми

жаңашылдығының дәрежесі 4 баллға тең. Ал теориялық пысықталуының деңгейі бойынша Б қосымшасында көрсетілгендей 6 баллға тең.

Осы көрсеткіштерге байланысты жобаның ғылыми әсері келесідей болады:

$$Э_н = 0{,}6 \times 4 + 0{,}4 \times 6 = 4{,}8.$$

Жобаны толықтай жасап шығару үшін 1 225 224 теңге көлемінде шығын кетті. Ал ғылыми әсерінің бағасы 4,8 балды құрайды. Жұмыс ғылыми жаңашылдығының дәрежесі мен теориялық қарастырылуының деңгейіне байланысты біршама жаңа болып табылады.

4 Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде негізгі тапсырмалар ретінде газ қоймаларындағы және газ тасымалдау объектілеріндегі атмосфераға ластаушы заттардың шығарындыларын есептеу болып табылады. Күн сайын өнеркәсіп орындары ауаға орасан зор улы газ және оларға қоса өте майда бөлшектерден тұратын қоспаларды шығарып жатады, нәтижесінде немесе қатты зат түрінде бөлініп шығатын шығарындыны арнайы құрал әдістерімен тазалау және норма бойынша анықтау керек. Ұшпа шығарындылар метан (CH_4) және көмірқышқыл (CO_2) газдарының шығу (яғни, олар қабаттан кеткендегі өндірілген мұнай және газдан CO_2) нәтижесінде, қосымша өнімсіз өртеу қызметінен (бірінші ретте алауларда ілеспе газдарды өртеуден) болған CO_2 және азот шала тотығының (N_2O) біразы парниктік газдардың тікелей көзі болып табылады. Жабдықтардан ағып кету, буланудан болған шығындар, желдету, өртеу және кездейсоқ босатулар (мысалы, жер қазу жұмыстары кезінде ұңғыма және бұғаздарда құбырларды зақымдау) газ жүйелерінен болған ұшпа шығарындылар зиян келтіреді. Осы шығарындылардың саны және құрамы, әдетте, елеулі екіұштылықпен орайлас.

4.1 Газ шығарындыларының шығу түрлері

Газ шығудың (шуыл және газ иісі, өсімдіктер түрінің өзгеруі сулы жерлерде көпіршіктердің пайда болуы, қар бетінің қараюы) сыртқы белгілерінің анықталуымен газ құбыры трассасына сыртқы тексеру жүргізу. ЭХҚ құрылғысын ғимарат бағдарын, қабырғалық көрсеткіштерінің сақталуын тексеру. Газ құбырының ісінген, отырған, шіріген, жарылған және топырақ ыдырауын, су шайған жерлерін айқындау. Қорғау патроны күйін тексеру, жерден газ құбырының шығу орнындағы құбыр аралық кеңістікті тығыздау, газ құбырларының жерден шығатын орнында топырақтың деформациялануы жоқтығына көз жеткізу. Газ құбыры трасса төселімі ауданында жыралар, арқалықтар, өзендер, жылғалар, жағалаулар күйін тексеру. Газдану табылған жағдайда апаттық – диспечерлік қызметтіне хабарлап, бригаданың келуіне дейін қоршаған ортаны (үй тұрғындарын, жолаушыларды) ауа газдалғаны, электр приборын қолданбауы, ашық от жағуға болмайтыны туралы ескерту шараларын қабылдау. Қосымша құралдармен тексеру және газдалған төлелерді, цоколь және ғимараттың бірінші этажын, құдықтарды және жерасты ғимарат (коммуникациялар) камерасын газ құбырының екі жағы бойынша 50 метрге дейін қашықтықта желдету ұйымдастырылу қажет [18, б.32-89].

Газ шығарындыларын шеберлі түрде тазалау мақсатында әр түрлі сүзгіштер түрі қолданылады. Сүзгіш элементтер ретінде жұқа маталардан бастап металдан немесе керамикадан жасалған тесілген (перфорацияланған) материалдар пайдаланылады. Ең кенінен қолданылатын матадан жасалған қолқапты сүзгіш. Оның пайдаланғаннан кейін сүзгіштік қабілетін орнына келтіру үшін қолғапты әлсін-әлсін сілкіп және желдетіп отырады. Қолғапты

сүзгіштердің тазалау нәтижелілігі 99%-ке дейін болады. Ылғалды сүзгіштердің майда дисперсті шаңдарды тазалау нәтижелілігі өте жоғары, бұл әдіспен ыстық және жарылғыш қауіптілікке тән газдарды тазалауға болады.

Газ шығарындыларын кышқылдың, сілтінің, майлар мен басқа сұйыктықтардың тұманынан тазалау үшін ылғалды электр-сүзгіштер және талшықты немесе торлы тұманұстағыш сүзгіштер қолданылады. Ылғалды электрсүзгіштердің тазалау принципі құрғақ электрсүзгіште жүретін процестерге ұқсас келеді. Теріс зарядталған бөлшектер электр тоғының әсерінен тұндыратын электродтарға жылжыйды, ал оң зарядталған бөлшектердің шамалы бөлігі негізгі (корондаған) электродқа барып тұнады. Талшықты сүзгіштерде ұсталған тұман сұйықтыққа айналып отырады.

Газды газ және бу тәрізді ластағыштардан тазалау үшін негізінде 4 тазалау тәсілі: шығарындыларды еріткіштермен немесе ерітінділермен жуу (абсорбция), қатты активті заттармен қоспаларды сіңіру (адсорбция), катализаторларды пайдалану арқылы қоспалардың түрін өзгертіп сіңіру және шығарынды газдарды термиялық түрде нейтралдау қолданылады. Ұшпа еріткіштердің буын ұстауға конденсация (сұйық түрге айналдыру) тәсілі қолданылады. Бұл әдіс температураны төмендету арқылы еріткіштің каныққан буының қысымын азайтуға негізделген. Абсорбция тәсілінде кейбір газдағы компоненттерді бөліп алу үшін газ тәрізді қоспаны абсорберлер арқылы жібереді. Қолданылған ерітіндіні регенерациялау арқылы ластанған заттектерден айырып қайтадан тазалау процесінде немесе қосалқы өнім ретінде пайдаланады.

4.2 Газ қоймаларындағы және газ тасымалдау объектілеріндегі атмосфераға ластаушы заттардың шығарындыларын есептеу

Бірқатар әкімшілік және қоғамдық ғимараттарды жылумен қамтамасыз етуге жылу энергиясын өндіру үшін осы жобалау бөлімінде жалпы сағаттық газ шығыны Q = 275,5 м^3/сағ (0,07653 м^3/сек), REX-120 маркалы екі су жылыту қазандығы бар "КоМБАТ-в-2,5" блоктық-модульдік су жылыту қазандығын орнату көзделеді. Қазандықтың түтін құбырындағы ластаушы заттардың (улы газдардың) шығарындыларын есептеу керек.

Қазандықтың жұмыс тәртібі – 172 күн/жыл, 24 сағ/тәул. (4128 сағат/ жыл) – жылыту кезеңі;

Отын – табиғи газ;

Авариялық отын – дизель отыны.

185 °С температурадағы түтін газдарымен Н = 18 м биіктікке диаметрі 0,514 м металл түтін құбыры арқылы шығарылады:

- күкірт диоксид (күкіртті ангидрид);
- көміртегі оксиді;
- азот диоксиді (азот (IV) оксиді);
- азот (II) оксиді (азот оксиді);
- бенз(а)пирен.

Есептеу үшін бастапқы деректер:

– жұмыс қысымы – $P_ж$ = 0,03 МПа;
– газ температурасы – $T_г$ = 293 К;
– атмосфералық қысым – $P_{атм}$ = 0,102МПа;
– ауа температурасы – $T_а$ = 303 К;
– бір рет үрлеу үшін газ шығынының нормасы – Ск = 1,65 $м^3$;
– газ тығыздығы – ρ = 0,702 $кг/м^3$;
– метанның құрамы – С1 = 0,9491;
– этан құрамы – С2 = 0,0379;
– пропан құрамы – С3 = 0,0019;
– бутан құрамы – С4 = 0,0003;
– пентанның құрамы – С5 = 0,0001.

4.3 Күкірт диоксиді шығарындыларын есептеу (күкіртті ангидрид).

Түтін газымен атмосфераға шығарылатын күкірттің қосынды саны SO_2 диоксиді (күкіртті ангидрид) (г/с, т/жыл), мына формула бойынша есептеледі:

$$M_{SO2} = 0,02 \cdot B * S^1 \cdot (1 - \eta'_{SO2}) \cdot (1 - \eta''_{SO2}), \text{ г/с}, \quad (4.1)$$

мұндағы, В – қаралып отырған кезеңдегі табиғи отынның шығыны, (г/с, т/жыл);

$$B = 10^3 \cdot \rho_г \cdot b/3600 = 10^3 \cdot 0,702 \cdot 275,5/3600 = 53,72250 \text{ г/с},$$
$$B_{жыл} = \rho_г \cdot b \cdot t/10^3 = 0,702 \cdot 275,5 \cdot 24 \cdot 172/1000 = 798,3593 \text{ т/жыл},$$

мұндағы, b = 275,5 $нм^3/с$,

$\rho_г$ – газдың тығыздығы, $кг/нм^3$, $\rho_г$ = 0,702$кг/нм^3$;

S^1 – жұмыс массасында отындағы күкірттің құрамы, %;

S^1= 0,002% (құжат) газ үшін:

$$\Delta S^1 = 0,52 \cdot S^1 \cdot \rho c/\rho r = 0,52 \cdot 0,002 \cdot 2,77/0,702 = 0,0041; \quad (4.2)$$

мұндағы, η'_{SO2} - қазандықтағы ұшпа күлмен байланысатын күкірт оксидтерінің үлесі; η'_{SO2} = 0 газ үшін;

η''_{SO2} - күкірт оксидтерінің үлесі, η''_{SO2} = 0 газ үшін [19, б.16-17].

Отында күкірт сутегі болған жағдайда жұмыс массасына күкірт оксидтерінің жиынтық мөлшерін анықтау үшін формулада S^1 шамасын қосу керек:

$$\Delta S^1 = 0,94 \cdot H_2S \cdot \rho_{H2S}/\rho_г, \quad (4.3)$$

мұндағы, H_2S - отындағы күкіртті сутегінің жұмыс массасындағы құрамы, %, H_2S = 0,00028% газ үшін;

ρ_{H2S} = 1,536кг/нм^3 - қалыпты жағдайда күкіртсутегінің тығыздығы.

$$S^1=0,94\cdot0,00028\cdot1,536/0,702 = 0,00058;$$
$$S^1=0,0041+0,00058= 0,00468;$$
$$M_{so2} = 0,02\cdot53,7225\cdot0,00468 = 0,00503 \text{ г/с},$$
$$G_{so2} = 0,02\cdot798,3593\cdot0,00468 = 0,0747 \text{ т/жыл}.$$

4.4 Көміртек оксиді шығарындыларын есептеу

Күкірт оксидінің шығарындыларын есептеу мына арақатынас бойынша жүзеге асырылады:

$$M_{co} = 10^{-3}B\cdot Q^{r}_{i}\cdot K_{co}\cdot(1-q_4/100), \qquad (4.4)$$

мұндағы, В – отын шығыны (г/с, т/жыл), алдыңғы есептеулерге сәйкес қабылданады.

В = 53,7225г/с; 798,3593т/жыл;

Q^{r}_{i} – табиғи отынның таза жылу құны, МДж/кг;

Q^{r}_{i} = 34,2МДж/нм^3 = 34,2/0,702 = 48,72МДж/кг – газ үшін;

q_4 – жанармай толық жануына байланысты жылу шығыны,%,

q_4 = 0% газ үшін;

ρ_r – газдың тығыздығы, кг/нм^3; r = 0,702 кг/нм^3.

K_{CO} – отын жанған кезде бөлінетін жылу бірлігіне түзілетін көміртегі оксидінің мөлшері, K_{CO} = 0,1 газ үшін:

$$M_{co} = 10^{-3}\cdot53,7225\cdot48,72\cdot0,1 = 0,26174 \text{ г/с},$$
$$G_{co} = 10^{-3}\cdot798,3593\cdot48,72\cdot0,1 = 3,8896 \text{ т/жыл}.$$

4.5 Азот оксидтерінің шығарындыларын есептеу

Түтін газымен атмосфераға шығарылатын NO_2 (л/с, мың нм^3/жыл) қайта есептегенде азот оксидтерінің жиынтық саны мынадай формула бойынша есептеледі:

$$M_{NO2} = B_P\cdot Q^{p}_{н}\cdot K^{r}_{NO2}\cdot \beta_k\cdot \beta_t\cdot\beta_\alpha\cdot(1-\beta_r)\cdot(1-\beta_\delta)\cdot K_n, \qquad (4.5)$$

B_P – отынның есептік шығыны нм^3/с, мың нм^3/жыл; қазандық жұмыс істеген кезде B_P = В режимдік картасына сәйкес қазандыққа отынның нақты шығынына тең қабылдануы мүмкін;

$B_p = B_{фак}$ = 0,07653 м^3/с, 1137,3 мың м^3/жыл;

$Q^{p}_{н}$ – отынның төменгі жану жылуы, МДж/нм^3; $Q_{рн}$ = 34,2 МДж/нм^3;

K^{r}_{NO2} – газды жағу кезіндегі азот оксидтерінің нақты шығарындылары, г/МДж;

Су жылыту қазандары үшін:

$$K^{г}_{NO2} = 0{,}0113\ Q_{т} + 0{,}03 = 0{,}0113 \cdot 1{,}31 + 0{,}03 = 0{,}043\ г/МДж,$$

мұндағы, Qт - пешке жылу енуіне байланысты қазандықтың нақты жылу қуаты мына формула бойынша анықталады:

$$Q_{т} = B_{р} \cdot Q^{р}_{н.} = 0{,}03824 \cdot 34{,}2 = 1{,}31\ МВт \qquad (4.6)$$

β_k – жанарғының бірбеткей құрылымын ескеретін өлшемсіз коэффициент. Үрлеу типті жанарғылар үшін $\beta_k = 1{,}0$ қабылданады;

β_t – жану үшін берілетін ауа температурасын ескеретін өлшемсіз коэффициент, $\beta_t = 1{,}0$;

β_α – азот оксидтерінің түзілуіне ауаның артық әсерін ескеретін өлшемсіз коэффициент, $\beta_\alpha = 1{,}225$;

β_r – азот оксидтерінің түзілуіне жанарғылар арқылы түтін газдарының қайта айналым әсерін ескеретін өлшемсіз коэффициент, r = 0, себебі түтін газдарының қайта айналымы жоқ;

β_δ – ауаны камераға сатылы енгізуді ескеретін өлшемсіз коэффициент. $\beta_\delta = 0$, себебі камераға сатылы ауа енгізу жоқ;

K_n – қайта есептеу коэффициенті, шығарындыларды секундына граммен анықтау кезінде, $K_n = 1$, шығарындыларды т/жыл анықтау кезінде $K_n = 10^{-3}$ [20, б.45-48].

$$M_{NOX} = 0{,}07653 \cdot 34{,}2 \cdot 0{,}043 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}225 \cdot 1 = 0{,}13787\ г/с,$$
$$G_{NOX} = 1137{,}3 \cdot 34{,}2 \cdot 0{,}043 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}225 \cdot 10^{-3} = 2{,}0488\ т/жыл.$$

Азот диоксиді (Азот (IV) оксиді) және азот оксиді (Азот (II) оксиді) үшін белгіленген бөлек ШЖК байланысты атмосфералық ауадағы оксидтің өзгерісін есепке ала отырып, азот оксидтерінің жиынтық шығарындылары құрамдастарға бөлінеді (осы заттардың молекулалық массасындағы айырмашылықтарды есепке ала отырып):

$$M_{NO2} = 0{,}8 \cdot 0{,}13787 = 0{,}11030\ г/с,$$
$$M_{NO} = 0{,}13 \cdot 0{,}13787 = 0{,}01792\ г/с.$$
$$G_{NO2} = 0{,}8 \cdot 2{,}0488 = 1{,}6390\ т/жыл,$$
$$G_{NO} = 0{,}13 \cdot 2{,}0488 = 0{,}2663\ т/жыл.$$

4.6 Су жылытатын қазандықтардың түтін газдарындағы бенз(а)пирен концентрациясын есептеу.

Аз қуатты су жылыту қазандықтарының от жанатын аймағынан шығу кезінде табиғи газды жағу кезінде қазандықтардың құрғақ түтін газдарындағы

бенз(а)пирен концентрациясы, мг/нм^3 мынадай формула бойынша анықталады:

$$C_г = 10^{-3}\frac{R\cdot(0,11\cdot qv - 7,0)}{e^{3,5(\alpha-1)}} * К_д*К_р*К_{ст}, \quad (4.7)$$

мұндағы, q_v – отындық көлемнің жылу кернеуі, кВт/м^3 (1301кВт/м^3);

$К_р$ – жану өнімдеріндегі бенз(а)пирен концентрациясына түтін газдарының қайта айналым әсерін ескеретін коэффициент, $К_р$=1;

$К_{ст}$ – жану өнімдеріндегі бенз(а)пиреннің концентрациясына жанарғылардан басқа берілетін ауаның үлесін ескеретін коэффициент, $К_{ст}$ = 1;

$К_д$ – жану өнімдеріндегі бенз(а)пирен концентрациясына қазандық жүктемесінің әсерін ескеретін коэффициент, $К_д$ =1;

α – қазандықтан шыққандағы жану өнімдеріндегі артық ауа коэффициенті (құжат), α = 1,35

$$C_г=10^{-6}* \frac{1\cdot(0,11\cdot1301 - 7,0)}{3,4}=40*10^{-6} мг/м^3.$$

Бенз(а)пиреннің максималды шығарындысы:

$$М_{бп} = C_г*V^г_{сг}*В_р*\frac{\alpha}{\alpha o}*К_п, \quad (4.8)$$

Мұндағы, $C_г$ – пирен концентрациясы, мг/нм^3;

$V^г_{сг}$ – түтін газдарының көлемі, $V^г_{сг}$ = 12, 12975 нм^3/м^3;

$В_р$ – отынның есептік шығыны, $В_р$ = 0,2755 мың нм^3/сағ, $В_р$ = 1137,3 мың нм^3/жыл;

$К_п$ – қайта есептеу коэффициенті.

Г/с шығарындыларды анықтау кезінде $К_п$ =0,278·10^{-3}

Т/г шығарындыларды анықтау кезінде $К_п$ = 10^{-6}.

$$М_{бп} = 40\cdot10^{-6} \cdot12,12975\cdot0,2755\cdot1,35/1,4\cdot0,278\cdot10^{-3} = 3,6\cdot10^{-8} г/с.$$

Бенз(а)пиреннің жалпы шығарындысы мынадай формула бойынша анықталады:

$$G_{бп} = C_{бп}{}^г*V^г_{сг}*В_р*\frac{\alpha}{\alpha o}*К_п, \quad (4.9)$$

$$G_{бп} = 40\cdot10^{-6}\cdot12,12975\cdot1137,3\cdot1,35/1,4\cdot10^{-6} = 5,3\cdot10^{-7} т/жыл.$$

4.7 Жеке компоненттердің шығарындыларын есептеу

Метан (метан + этан):

Мм = Мг * (С1 + С2) * ρ * 10^3 = $1,8 \cdot 10^{-6}$ * (0,9491+0,0379) * 0,702 * 10^3 = 0,001247 г/с;

Gм = Vг* ρ * (С1 + С2)*10^{-6} = 0,0022 * 0,702 * (0,9491+0,0379)*10^{-6} = $1,5 \cdot 10^{-9}$ т/жыл.

Пропан:

Мпр = Мг * С3 * ρ * 10^3 = $1,8 \cdot 10^{-6}$ * 0,0019 * 0,702 * 10^3 = $2,4 \cdot 10^{-6}$ г/с;

Gпр = Vг* ρ * С3 * 10^{-6} = 0,0022 * 0,702 * 0,0019 * 10^{-6} = $2,9 \cdot 10^{-12}$ т/жыл.

Бутан:

Мб = Мг * С4 * ρ * 10^3 = $1,8 \cdot 10^{-6}$ * 0,0003* 0,702 * 10^3 = $3,8 \cdot 10^{-7}$ г/с;

Gб = Vг* ρ * С4 * 10^{-6} = 0,0022 * 0,702 * 0,0003 * 10^{-6} = $4,6 \cdot 10^{-13}$ т/жыл.

Пентан:

Мп = Мг * С5 * ρ * 10^3 = $1,8 \cdot 10^{-6}$ * 0,0001 * 0,702 * 10^3 = $1,3 \cdot 10^{-7}$ г/с;

Gп = Vг* ρ * С5 * 10^{-6} = 0,0022 * 0,702 * 0,0001 * 10^{-6} = $1,5 \cdot 10^{-13}$ т/жыл.

Кесте 4.1 Жеке компоненттердің максималды және жалпы шығарындылардың мәні

Заттың атауы	Макс. шығарынды, (г/с)	Жалпы шығарынды, (т/жыл)
Метан	0,97002	$2,2 \cdot 10^{-6}$
Пропан	0,00187	$4,4 \cdot 10^{-9}$
Бутан	0,00029	$7,0 \cdot 10^{-10}$
Пентан	0,00010	$2,4 \cdot 10^{-10}$

Шығарындылар көздері туралы деректерді дайындау және машиналық тасымалдағышқа енгізу кезінде атмосфераға шығарындылардың мүмкін болатын бір уақтығы мен біркелкілігін ескеру өте маңызды. Осы факторды елемеу ауаның ластануын бағалаудағы мәнді қателіктерге әкелуі мүмкін. Формальдегид пен күкіртсутегінде зиянды әсердің сомалануы бар, сондықтан да есептеулерде олардың шығарындыларының біркелкілігін ескермеу есептік

жерге жақын шоғырланулар мәндерінің мәнді арттыруға әкелуі мүмкін. [21, б.101-109].

Жеке кәсіпорын бойынша деректер дайындау шеңберінде әртүрлі кезеңдерде шығарылатын заттардың құрамы бойынша немесе шығарындылардың қарқындығы (қуаты) бойынша айрықшаланатын өндірістерді айқындау маңызды. Деректерді есептеу бағдарламасының дерекқорларына енгізу кезінде шығарындылардың бір уақытта болмауы әрқайсысы атмосфераға бір уақыттағы шығарындылардың мүмкін болатын үйлесуіне сәйкес келетін бірнеше есептеу нұсқаларын құру көмегімен ескерілуі мүмкін. Әрбір нұсқаның сипаттамасын оған сәйкес келетін уақыт кезеңінің: мезгілдің, айдын, тәулік уақытының көзқарастан беру орынды. [22]

Жиынтық есептеулер өнеркәсіптік шығарындылар туралы бастапқы ақпараттың жеткілікті үлкен көлемінің негізінде жүргізіледі, олар халқы 200-300 мың адам қалалар үшін 2-3 мыңнан астам көз бен 100-120 зиянды заттан; 0,5 млн. астам адам халқы бар қалалар үшін 10-15 мыңнан астам көз бен 200-250 зиянды заттан тұрады. Бұл дерекқор құруға қалыптастыруға, оларды жинауға ерекше талаптар қояды. Бір есептеуде әртүрлі кәсіпорындар бойынша деректерді біріктіру әрбір кәсіпорын бойынша деректерді дайындау мен енгізуге қосымша талаптар қояды. Бірінші кезекте кәсіпорындар мен олардың алаңдарын кодтау жүйелеріне қатысты болады. Қала кәсіпорындарының тізімін жасау ұсынылады, онда әрбір кәсіпорынға нөмір (код) берілген, ол осы кәсіпорын көздерін сәйкестендіру құрамына кіреді. Одан әрі есептеулер нәтижелерін түсіндіру кезінде, әртүрлі іс-шаралар нұсқаларын қарау кезінде мұндай тізім іс жүзіндегі кәсіпорындарды басылымда кодтарға салыстыруға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Дипломдық жобаның мақсаты қысым және температура датчиктері арқылы газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабын жасау. Бірінші бөлімде қысым және температура датчиктері жан-жақты зерттелінді; олардың түрлері, сипаттамалары, жұмыс істеу принциптері қарастырылды, сондай-ақ датчиктердің құрылымдық параметрлері есептелінді. Екінші бөлімде құрастыруға қажетті элементтер тандалынып, аспаптың кішігірім моделі құрастырылды, өзіндік программасы жазылды. Технико-экономикалық бөлімде аспапты жасау үшін кеткен шығын есептелінді. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде газ қоймаларындағы және газ тасымалдау объектілеріндегі атмосфераға ластаушы заттардың шығарындылары есептелінді.

Автоматты басқару жүйесінде қолданылатын кез келген температура, қысым датчиктері жұмысының негізінде өлшенетін температураны, қысымды электр шамасына түрлендіру принципі жатыр. Бұл электрлік өлшеулердің келесі артықшылықтарына байланысты: электрлік шамаларды алыс қашықтықта беру ыңғайлы, ал беру жоғары жылдамдықпен жүзеге асырылады; электрлік шамалар әмбебап болып табылады, бұл кез келген басқа электрлік шамалар электрлі және керісінше түрлендірілуі мүмкін. Олар дәл сандық кодқа айналады және өлшеу құралдарының жоғары дәлдігіне, сезімталдығына және жылдамдығына қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Осылайша, әрбір бөлімдегі қойылған міндеттерді орындап, жобаның негізгі мақсаты – қысым және температура датчиктері арқылы газ құбырының апаттық жағдайы жөнінде хабарлама беру аспабы жасалынды.

Әдебиеттер тізімі

1 Кашкаров А. П. Датчики в электронных схемах. От простого к сложному; ДМК Пресс - Москва, 2013. - 200 с.

2 В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. Теория систем автоматического управления. Изд.4-е, пераб. и доп. - Изд-во «Профессия», 2004 – 752 б.

3 Радкевич, В.В. Системы управления объектами газовой промышленности / В.В. Радкевич. – Москва: «Серебряная нить», 2004 - 440с.

4 Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического регулирования. – Москва: «Наука», 1975 – 752с.

5 Дмитриев В.Ф. Беспроводной датчик температуры на ПАВ с идентификацией // Sensors & Systems. – 2012. - №1.

6 Гресько А.А., Долгая А.А. Справочник слесаря по контрольно измерительным приборам. – Алматы: «Техника », 2005-116с.

7 Чунихин А.А. Электрические аппараты. -М.: Энергоатомиздат, 1988 720с.

8 Терехов В.М. Элементы автоматизированного электропривода. - М.: Энергоиздат, 1987-224с.

9 Сабинин Ю.А. Электромашинные устройства автоматики. - Л.: Энергоиздат, 1988-408с.

10 Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. Пер. с нем.- М.: Мир, 1983-513с.

11 Асмолов Г.И., Рожков В.М., Соколов В.Г. Виды информации и датчики в системах: Учебное пособие/ МАДИ. – М., 2008.-74с

12 Данов Б.А., Рогачев В.Д. Электронные приборы. – М.: Электроника, 1994.

13 «Инженерлік экология» пәні бойынша курстық жұмыстың орындауға әдістемелік нұсқау. – Астана: ЕҰУ, 2017 ж.

14 Липов Ю.М., Самойлов Ю.Ф. Виленский Т.В. Компоновка и тепловой расчет парового котла. - М.: Энергоатомиздат, 1988 14-18 беттер.

15 http://kazorta.org/arduino-mikrokontrolleri-zh-ne-ony-t-rleri-aza-sha/

16 http://mypractic.ru/ds18b20-datchik-temperatury-s-interfejsom-1-wire.html

17 Выполнение экономических расчетов в дипломных разработках. Методические указания для студентов технических направлений (специальностей) всех форм обучения / каф.менеджмента, гуманитарный факультет, СПбГУ ИТМО / Санкт-Петербург, 2011.

18 Методические указания по защите атмосферного воздуха от вредного воздействия выбросов теплогенерирующих установок для курсового и дипломного проектирования. - Алма-ата: 1987 89-32 беттер.

19 Методика определения валовых и удельных выбросов вредных веществ в атмосферу от котлов тепловых электростанций. РД 34.02.305-90, 16-17 беттер.

20 Методические указания по защите атмосферного воздуха от вредного воздействия выбросов теплогенерирующих установок для курсового и дипломного проектирования. - Алма-ата: 1987 45-48 беттер.

21 Методика определения валовых и удельных выбросов вредных веществ в атмосферу от котлов тепловых электростанций. РД 34.02.305-90, 101-109 беттер.

А қосымшасы

Программа листингі

```
#include <Arduino.h>
#include <OneWire.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <BMP180MI.h>
#include <SoftwareSerial.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
#define I2C_ADDRESS 0x77
BMP180I2C bmp180(I2C_ADDRESS);

OneWire ds(A0); // Создаем объект OneWire для шины 1-Wire, с помощью
которого будет осуществляться работа с датчиком


String numberSMS_1 = "+77472836040";
String textZone_1 = "Qysym 110 kPa-dan asyp ketti!!!";
SoftwareSerial mySerial(11, 10);

void setup() {

  mySerial.begin(9600);
  initGSM();
  lcd.init();
  lcd.init();
        Serial.begin(9600);
   lcd.backlight();
        while (!Serial);
        Wire.begin();
        if (!bmp180.begin())
        {
                Serial.println("begin() failed. check your BMP180 Interface and I2C
Address.");
                while (1);
        }
        bmp180.resetToDefaults();

        bmp180.setSamplingMode(BMP180MI::MODE_UHR);
}

void loop() {
```

```
 byte data[2]; // Место для значения температуры

  ds.reset(); // Начинаем взаимодействие со сброса всех предыдущих команд и
параметров
  ds.write(0xCC); // Даем датчику DS18b20 команду пропустить поиск по
адресу. В нашем случае только одно устрйоство
  ds.write(0x44);

  delay(1000);
        if (!bmp180.measurePressure())
        {
                Serial.println("could not start perssure measurement, is a measurement
already running?");
                return;
        }
        do
        {
                delay(100);
        } while (!bmp180.hasValue());

        Serial.print("Pressure: ");
        Serial.print(bmp180.getPressure());
        Serial.println(" Pa");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Pressure:");
  lcd.setCursor(9,1);
  lcd.print(bmp180.getPressure()/1000);
  lcd.setCursor(13,1);
  lcd.print(" kPa");

  ds.reset(); // Теперь готовимся получить значение измеренной температуры
  ds.write(0xCC);
  ds.write(0xBE); // Просим передать нам значение регистров со значением
температуры

  data[0] = ds.read(); // Читаем младший байт значения температуры
  data[1] = ds.read(); // А теперь старший

 float temperature =  ((data[1] << 8) | data[0]) * 0.0625;
   Serial.print("temperature=");
```

```
Serial.println(temperature);
   lcd.setCursor(0,0);
   lcd.print("Temp:");
   lcd.setCursor(9,0);
   lcd.print(temperature);
   lcd.setCursor(13,0);
   lcd.print(" C");



   if((bmp180.getPressure()/1000)>110){
    sendSMS(textZone_1, numberSMS_1);
    delay(10000);
    }
}

void initGSM(void) {
  delay(2000);
  mySerial.begin(9600);   // Выставляем скорость общения с GSM-модулем 9600
Бод/сек.
  mySerial.println("AT+CLIP=1");
  delay(300);
  mySerial.println("AT+CMGF=1");
  delay(300);
  mySerial.println("AT+CSCS=\"GSM\"");
  delay(300);
  mySerial.println("AT+CNMI=2,2,0,0,0");
  delay(300);
}

void sendSMS(String text, String phone) {
  mySerial.println("AT+CMGS=\"" + phone + "\"");
  delay(500);
  mySerial.print(text);
  delay(500);
  mySerial.print((char)26);
  delay(2500);
}
```