

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



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Алпысбай Данагүл Әнарқызы

«Әртүрлі тереңдіктегі судың температурасын өлшеуге арналған құрылғы»

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

6B07111 – Робототехника және мехатроника

Алматы 2023

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



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

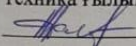


Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы: «Әртүрлі тереңдіктегі судың температурасын өлшеуге арналған құрылғы»

6B07111 – Робототехника және мехатроника

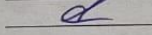
Орындаған

Қауымдастырылған профессор
міндетін атқарушы.
Техника ғылымының кандидаты
 Жаменкеев Е.К.

қолы аты-жөні
«30» мамыр 2023 ж.

Алпысбай.Д.Ә

Ғылыми жетекшісі
Техника ғылымдарының магистрі,
аға оқытушы Базарбай Л.


«31» мамыр 2023 ж.

Алматы 2023

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



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

6B07111 – Робототехника және мехатроника



Дипломдық жобаны орындауға арналған
ТАПСЫРМА

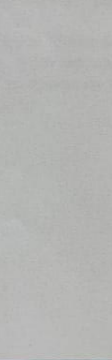

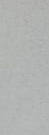
Білім алушы Алпысбай Данагүл Өнуарқызы
Тақырыбы: Өртүрлі тереңдіктегі судың температурасын өлшеуге арналған құрылғы.
Университет ректорының «23» қараша 2022 ж. № 408-7/19 бұйрығымен бекітілген.
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «31» мамыр 2022 ж.
Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: Arduino UNO, Autodesk Inventor.
Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:
а) температура өлшейтін құралдарға сипаттама
б) құрылғының бағдарламалық және модельдік кешенін әзірлеу
в) құрылғының атқаратын қызметіне орай жұмыс істейтін макетті ойластыру
г) дипломдық жұмыста әзірленген мәліметтерге сәйкес зерттеу слайдын жасау
Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):
жұмыс презентациясы слайтарда 13 көрсетілген.
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 10 атаулардан.

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпелер
Теориялық бөлім	16.01-12.02.2023 ж.	Орындалды
Бағдарламалық бөлім	12.02-20.03.2023 ж.	Орындалды
Зерттеу бөлімі	20.03-17.04.2023 ж.	Орындалды
Қорытынды бөлім	17.04-15.05.2023 ж.	Орындалды


Аяқталған дипломдық жұмыс (жоба) үшін, оған қытысты бөлімдердің жұмыстарын (жобасын) көрсетімен, кеңесшілері мен қалып бақылаушының қолдары

Бөлімдердің атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қол
Қалып бақылаушы	Ж. С. Бигалиева, техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы	31.05.23	
Негізгі бөлім	Базарбай Л, техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы	31.05.23	
Есептеу бөлім	Базарбай Л, техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы	31.05.23	

Ғылыми жетекшісі

Білім алушы тапсырманы орындауға алды

Күні



Базарбай Л

Алпысбай Д

«31» Мамыр 2023 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс әр түрлі тереңдіктегі судың температурасын өлшеуге арналған құрылғы қарастырылған.

Температура өлшейтін аспаптарға, зертханаларда жұмыс жасауға арналған термопара эффектісі бойынша жұмыс жасайтын құрылғыларға талдау жасалынып негізделген. Термопаралық эффектіде жұмыс жасауға арналған құрылғының 3Д моделі құрастылып, арнайы есептік нәтиже көрсетілген.

Құрылғының термопара эффектісі бойынша жұмыс жасау үдерісі ойластырылып, термопара және жылулық түрлендіру принциптеріне жалпы түсініктеме берілді.

Тереңдіктегі температура өлшейтін құрылғының жұмыс жасайтын макеті ойластырылған. Ойластырылған макеттің кейбір бөлшектеріне шекті элементтер әдісі бойынша есептік талдау жасалынып, есептік көрсеткіштер бойынша толық талдаулар жасалынған және басқа да негізгі есептеу сызбалары көрсетілген. Есептерде термопараның негізгі принциптерінің температуралық айырымының есебі көрсетілген.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа предусмотрено устройство для измерения температуры воды на разных глубинах.

Проведен анализ приборов измерения температуры, устройств, работающих по эффекту термопары для работы в лабораториях. Создана 3д модель устройства для работы с термопарным эффектом, показан специальный расчетный результат.

Был продуман процесс работы устройства над эффектом термопары, даны общие объяснения принципов термопары и теплового преобразования.

Продуман рабочий макет прибора для измерения температуры на глубине. На некоторых деталях продуманного макета выполнен расчетный анализ по методу предельных элементов, проведен полный анализ по расчетным показателям и показаны другие основные расчетные схемы. В расчетах показан расчет температурной разности основных принципов термопары.

ANNOTATION

Graduation work provides for a device for measuring the temperature of water at different depths.

The analysis of temperature measuring devices, devices for working in laboratories using the thermocouple effect was carried out. A 3D model of the device for working with the thermocouple effect is compiled and a special calculation result is shown.

The process of working on the thermocouple effect of the device was thought out and a general explanation was given to the principles of thermocouple and thermal transformation.

The working layout of the depth temperature measuring device is thought out. Some details of the conceived layout are analyzed by the method of limit elements, detailed analyzes are made by calculation indicators and other basic calculation schemes are shown. The calculations show the calculation of the temperature difference of the basic principles of the thermocouple.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Техника-технологиялық бөлім	8
1.1 Судың температурасын өлшеуге арналған құрылғыларға жалпы шолу	8
1.2 Өлшеу құралдарының қолданыс аймағына шолу	14
1.3 Ұсынылатын құрылғының конструкциялық ерекшеліктеріне және сезгішке сипаттама	14
1.4 Құрылғының басқару жүйесіндегі қолданылатын сезгіштерді және жетекті таңдау	17
2 Конструкциялық бөлім	20
2.1 САД, САЕ жүйесінде өлшеу құралының қолданбалы макетіне сипаттама беру	20
2.1.1 Өлшеу құралының қолданбалы макетін САД жүйесін қолдайтын бағдарламада модельдеу	21
2.1.2 Құралдың негізгі бөлшектеріне САЕ жүйесін қолдайтын бағдарламада есептік анализ жасау	21
2.2 Термоэлектрлік түрлендіргіш есебі	24
2.2.1 Термопара температурасының нақты мәнін және әдістемелік қателігін анықтау	26
Қорытынды	
Пайдаланылған әдебиеттер	
Қосымша А	
Қосымша Б	
Қосымша В	

КІРІСПЕ

Біздің планетамыздың төрттен бір бөлігін су алып жатыр. Су асты әлемін зерттеу толассыз жаңа жаңалықтарға толы. Осы орайда су асты әлемін зерттеу күннен күнге өте қатты қарқын алып бастауда. Су астын зерттеу үшін әр түрлі санаттағы жетілдірілген сезгіштер мен роботтандырылған жүйелер жасалу үстінде және бұл әлемнің технологиялық тұрғыдан дамуына себепкер болып, дамуын тездетуде.

Жасалынып отырған құрылғылар су түбін, сонымен қатар судың ортаңғы қабаттарын өзара салыстырып керек мәліметтерді зерттеушілерге берумен айналысады. Маңызды зерттеу объектісі ретінде су қабаттарының температурасы алынады. Оның себебі судың әр қабаты әр түрлі температураға ие болуы шарт. Ал егер ол қалыпты деңгейдегі температурадан асып кететін болса, онда суда кейбір химиялық өзгерістер болып жатқанын көрсетеді. Өзгерістердің болуы судың сол ортада өмір сүріп отырған организмдермен қоса одан басқа қоршаған ортаға да залалы болатынын аңғартады. Сол себепті қазіргі кезде судың әр қабатындағы температураны және басқа да су параметрлерін дер кезінде анықтау үшін құрылғылар ойластырылып, одан әрі модификацияға ұшырау үстінде.

Қазіргі таңда елімізде суды сақтайтын арнайы қоймалар бар. Олардың бәрі тексерістен, арнайы талдау аспектісінен белгілі бір уақыт сайын өтіп отырады. Сол арқылы бізге таза су келуін қамтамасыз ете алады.

Таңдалынып отырған әртүрлі тереңдіктегі температураны өлшейтін құрылғы осы дипломдық жұмыста ұсылынып отыр. Дипломдық жұмыстың мақсаты – әртүрлі тереңдіктегі температураны өлшейтін құрылғыны жобалау. Оның өзіндік маңызы бар ерекшеліктері көп және қолданыс аясы да кең ауқымды. Атқаратын қызметі жағынан еліміздегі су қоймаларында қолдануға мүмкіндігі бар. Қазіргі заманауи дамыған заманда өлшеу құралдарының маңызы үлкен және олардың қолданыс аясының рөлі де даму үстінде келе жатыр. Сәйкесінше бұл бүкіл әлемдік даму прогресіне алып келетіні анық.

1 Техника-технологиялық бөлім

1.1 Судың температурасын өлшеуге арналған құрылғыларға жалпы шолу

Қазіргі кезде су температурасын өлшейтін құрылғылардың және сезгіштердің көптеген түрлері бар және оларды күнделікті өмірде де бақылауға болады. Судың температурасын өлшейтін термометр түрлеріне жекелей тоқталсақ:

Бірінші қарастырылатын су температурасын өлшейтін құрылғы – В0881-электронды термометрі. Бұл электронды термометр арнайы тот баспайтын металдан жасалған ұзын өлшеуішпен қапталған, тереңдікке сұғатын арнайы сұңғышы бар. Жалпы өлшеуіш құрылғы өзінің ыңғайлылығымен ерекшеленеді. Кез-келген жерге апарып су температурасын өлшеуге болады. Басқа судың температурасын өлшейтін құрылғылардан артықшылығы ретінде төмендегілерді айтуға болады:

– кез-келген мәліметті тез арада өз дисплейінен көрсете алу мүмкіндігі. Көрсету ара қашықтығы уақыт бойынша 2-3 секунд аралығын қамтиды. Бұл көрсету жылдамдығы басқа құрылғылармен салыстырғанда өте жылдам екенін көрсетеді;

– тот баспайтын металды сұңғыштың ұзындығының реттелуі. Яғни бұл термометрде телескопиялық ұзындықты реттеу механизмін орналастыру мүмкіндігін білдіреді. Осы арқылы ұзындығын реттеп, бір метрге дейінгі аралықты өлшей алады;

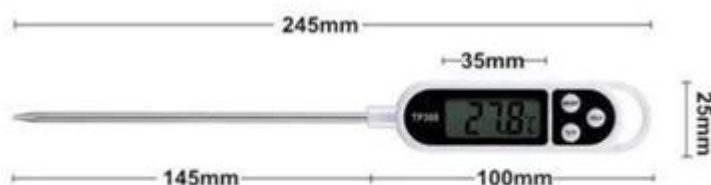
– ауқымды өлшеу диапазонына ие болуы. Судағы температураны өлшеу диапазоны -50 C^0 және $+300\text{ C}^0$ аралығын қамтиды;

– өлшеу қателігінің төмен болуы. Температураны өлшеу барысындағы өлшеу қателігі 1 C^0 құрайды. Сәйкесінше бұл үлкен қателік көрсеткіші емес болып есептелінеді;

– дисплейде көрсету функциясы бойынша қарастырылған уақыт мәліметті 15 минут көлемінде ұстап тұруы. 15 минут аралығы өткеннен кейін ғана құрылғы автоматты түрде істен шығады;

– қуатты сақтау батареяларының жұмысының тиімді басқарылуы;

– бағасының қымбат еместігі.



1.1 - сурет – В0881-электронды термометрі

Сонымен қатар В0881-электронды термометрінің кемшіліктері де бар. Кемшіліктері төмендегідей:

- метал жабынының ұзындығы өзгерген сайын, массасының ауырлай түсуі;
- температураны анықтау тереңдігінің мөлшері шектеулі болуы, тек қана бір метрлік аралықты қамтуы;
- корпустық конструкциялық элементтернің пластикті қаптаумен болуы;
- мәліметтерді жинақтау функциясының жұмысындағы ақпараттардан қателік деңгейі кейбір аралықтардағы температураны ұзақ өлшеп тұрғандықтан көп болуы.

Келесі қарастырылатын су температурасын өлшейтін құрылғы СФ-19 электронды құрылғысы. Су температурасын өлшейтін СФ-19 электронды құрылғы су температурасын 15-20 метр тереңдікке дейінгі аралықта өлшей алатынымен ерекшеленеді. Сонымен қатар бұл электронды құрылғының басқа да негізгі ерекшеліктеріне тоқталсақ, олар төмендегідей:

- өлшеу қателігінің төмен болуы. Негізгі өлшеу кезіндегі қателік $\pm 0,1 \text{ C}^0$ аралығын қамтиды. Бұл өте жақсы көрсеткіш болып табылады;
- гидростатикалық қысым диапазоны 0-ден басталып, 2500 гПа дейінгі аралықты алуы.

СФ-19 электронды құрылғының кемшіліктері төмендегідей:

- температураны өлшеу диапазонының төмен болуы. Температураны өлшеу диапазоны -5C^0 және $+35\text{C}^0$ аралығын қамтамасыз етеді;
- темір сұңғышты жинайтын арнайы механизмнің болмауы. Өз кезегінде тереңге түсірілетін тросты жинау адам қолы еңбегімен жүзеге асырылады.



1.2 -сурет - СФ-19 электронды құрылғысы

Келесі қарастырылатын температура анықтайтын құрылғы - Замер-1 деп аталатын су температурасын өлшейтін құрылғы. Бұл құрылғының артықшылығы – үлкен температурадағы ортада жұмыс жасай алады. Арнайы металл сұңғымен қапталған. Термометр сандық сипаттағы панелінің көмегімен температураны көрсететін өлшеуіш блогының және силикон сыммен жалғанған металдық жабын температура сенсоры ретінде конструктивті түрде жасалған. Құрылғыда температура сенсорының материалы ретінде 12x18h10t маркалы тот баспайтын

болат пайдаланылған. Тексергіш сенсор диаметрі - 4 миллиметр, ұзындығы - 120-130 миллиметр аралығын қамтиды.

Бұл құрылғыны жобалау өз кезегінде конструкцияға көптеген артықшылықтар береді және құрылғымен жұмыс жасау принципін ыңғайластыра алады. Қазіргі кезде елімізде және ТМД мемлекеттерінде бұл құрылғы өте қатты сұранысқа ие.



1.3 - сурет – Замер-1

Келесі қарастырылатын термометр қарапайым аквариумдағы судың температурасын өлшеп отыратын термометр AQ150 болып табылады. Оның артықшылығы ретінде сұңғымасының арнайы карбонды пластикті элементтен құрастырылғанын айтуға болады. Құрылғы осы ерекшелігі арқасында ұзақ уақыт бойы жұмыс атқара алады. Металды карбон типтес жабынының негізгі топтамасы ретінде карбон талшықтары алынған. Карбон талшықтары тығыз орналасу арқылы ыстық және суық суға төзімді беттік пластиктің формасын бере алады. Термопара принципі арқылы жұмыс жасайтын AQ150 құрылғысының негізгі сипаттамаларына тоқталсақ, төмендегідей:

- қоршаған ортаның температурасы мен аквариум суының температурасы ара қатынасындағы температураны көрсетеді;

- басқару жүйесі бойынша минималды және максималды дабыл тізбегін көрсете алады;

- қоршаған ортадағы температураны анықтау диапазонының арасы: 14° - 122°C ;

- қателік көрсеткіші - $0,1^{\circ}\text{C}$;

- дисплейге мәліметтерді шығару ұзақтығы 10 секунд аралықты алады.

- үлкен дисплеймен ерекшеленеді. Дисплей көрсету аумағы $1,88 \times 0,82$ дюйм.

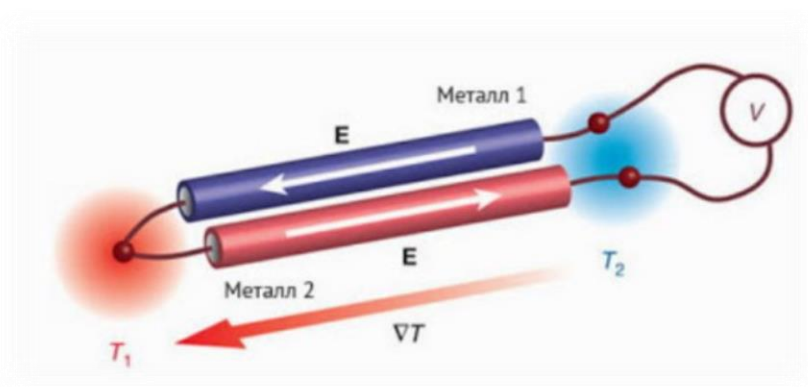


1.4 - сурет – AQ150 термометрі

Жалпы жоғарыда көрсетілген термометрлердің негізгі жұмыс жасау принциптері бір-біріне ұқсас. Қарастырылған термометрлер термопара негізінде жұмыс атқарады. Термопара немесе термоэлектрлік түрлендіргішті температураға тәуелді болып келетін электр тогының кернеуін беретін температура сенсоры ретінде қарастырсақ болады. Бұл сенсор негізінен 2 түрлі материалдан жасалынған металл сымдардың бір-біріне жанаса бекітілген түрінен немесе дәнекерленген түрінен жасалады. Тұрмыста бұл термоэлектрлік түрлендіру эффектісін күнделікті техникадан да байқасақ болады. Мысалы, қарапайым киім үтіктейтін үтіктен бастап, ары қарай күрделі өнеркәсіпте қолданылатын жылу қазандықтарының температурасын бақылау үшін қолданылады.

Жалпы термопаралар өлшеу диапазондары бойынша үш топқа бөлінеді. Кеңінен қолданылатын өлшеу аралығы -260 C^0 төменгі температура және $+2650\text{ C}^0$ жоғарғы температура аралығын қамтамасыз етеді.

Термопара эффектісінің негізі Зеебек эффектісіне негізделген. Бұл құбылыс эффектісін ғалымдар 1821 жылы ашқан болатын.



1.5 - сурет – Термопара

Термопара эффектісінде электр қозғаушы күші екі түрлі әртекті өткізгіштің тұйықталған қосылу орындары әртүрлі температурада болған кезде орын алады. Сондықтан термопаралық эффект орын алу үшін қолданылатын

материалдар әртекті материалдардан болуы керек. Қазіргі кезде термопараларды әртүрлі қорытпалардан жасайды және ол дәлірек мағұлмат бере алады.

Жұмыс принципі барысында дәнекерленген нүкте қатты қызған кезде немесе салқындаған кезде өткізгіш қосылыстарының арасында потенциалдар айырмашылығы туындайды. Суық дәнекерлеудегі кернеу ыстық дәнекерлеудегі температураға пропорционалды болып келеді. Бұл жағдайда суықтағы температура тұрақты болуы керек, әйтпесе үлкен өлшеу қателіктері орын алып, қажетті нәтижені бере алмайды.

Жоғары дәлдікті қамтамасыз ету үшін суық контакт температураны қалыпты жағдайда ұстайтын арнайы орындарда ораналастырылады. Жоғары дәлдікті қамтамасыз етудің бірден-бір жолы ол термопараларды пайдалану барысында жақсы қорытпаларды қолдану.

Келесі кезекте термопаралардың жіктелінуіне тоқталатын болсақ, термопараның жұмыс істеу принципі электр тогын өткізе алатын өткізгіштердің потенциалдар айырымына негізделген. Сол себепті термопараларды жасайтын металл материалдар әр текті және химиялық, физикалық қасиеттері жағынан әр түрлі жағдайда болуы керек. Егер термопараның материалдары неғұрлым қымбат материалдардан, асыл металдардан жасалатын болса, өлшеу дәлдігінің қателігі аз болады. Бірақ бұл жерде әр материалдың тотығу дәрежесін, балқу температурасын анықтап, біліп алған дұрыс. Мемлекеттік стандартқа сәйкес термопара тобы төмендегідей жіктеліп, қарастырылады:

- нихросил-нисил термопарасы TNN немесе N;
- платинородий-платинородий-TPR
- В типті
- J типті

Хромды-алюмель термопарасы өте көп қолданысқа ие термопара болып табылады. Оның артықшылығы бағасының қол жетімді болуында. Бұл термопара екі негізгі сымнан тұрады. Олар хромель және алюмель.

Хромель құрамы:

- 90% никель;
- 10% хромнан тұрады.

Ал алюмельдің құрамы төрт түрлі құрамнан тұрады. Олар:

- 95% никель
- 2% алыюминий
- 2% хром
- 1% кремний.



1.6-сурет - Хромель - алюмельді термопара

Бұл термопара $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ -тан $+1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ -қа дейінгі температура аралығында сызықтық деңгейде жұмыс жасаудың толықтырылған мүмкіндігін қамтамасыз ете алады. Толық түрде жұмыс жасайтын аймағы арнайы қорғау қаптамасымен жабылған. Жұмыс жасау кезіндегі толық өлшеу мүмкіндігі металл сымдардың диаметріне байланысты.

Келесі термопараның түрі – темір-константан. Бұл термопара көбіне ғылыми зерттеулерде және өнеркәсіпте қолданылады. Негізгі артықшылығы – материалдардың арзан болуында. Құрамы жағынан темір-константан термопарасы келесідей топтамада тұрады:

- 55% мыс
- 40% никель
- 3% хром
- 2% кремний

Ол хромель-алюмель термопарасымен салыстарғанда $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ -тан $+1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ температурада қолданылады. Вакуумды және бейтарап ортада жұмыс жасай алатын ерекшеліктері бар. Қолданылатын материалдар коррозияға төзімді болып келеді. Сол себепті көптеген сұйықтықтардың температурасын өлшеуге мүмкіндік береді.



1.7-сурет - Темір - константан термопарасы

1.2 Өлшеу құралдарының қолданыс аймағына шолу

В0881 электронды термометрі жалпы термопаралық эффектте жұмыс жасайды. Бұл құрылғы қолданатын саласы күнделікті өмірде орын алады. Соның ішінде қарапайым ас бөлмесіндегі тағамдардың температурасын анықтау, судың қажетті температурасын анықтап сол арқылы негізгі ингредиенттерді алуға көмек бере алады.

AQ150 құрылғысы бассейндердің және аквариумдердегі температураның қалыпты жағдайда екенін анықтап, тексеріп отыру үшін қолданылады.

Замер-1 термометрі өнеркәсіпте, соның ішінде аса үлкен температурадағы сұйықтықтардың температурасын өлшеу үшін қолданылады.

Осы типтес термопаралы термометрлерді көптеген өндіріс орындары өз мақсаттарында қолдану үстінде. Олар негізінен қауіпсіздік сезгіштері ретінде де қарастырылады. Өз кезегінде қауіпсіздік температурасының шкаласын бақылап, саралап отыру үшін және басқа да химиялық реакторлардың температурасын дәлдікпен анықтау үшін қолданылады.

Су қабаттарындағы температураны анықтау үшін бұл сезгіштермен құрылғылардың жұмысы маңызды орынға ие. Себебі қазіргі таңдағы толықтырылған өнеркәсіп жүйесі қысым және химиялық реакциялар қатар жүреді. Оларды термосезгіштер анықтап отырады.

Жер астында бұрғылау жұмыстарын жасау барысында жұмысшыларды арнайы суық өткізбейтін киімдермен қамтамасыз ету үшін осы құрылғылардан алынатын нәтижеге қарай орналастырылады. Жалпы температураны анықтау, ол мүмкіндігінше сақтық шараларын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Су астынан басқа жер асты қабатындағы шахталардың жұмысында да бұл құралдар қолданыс табуда. Себебі жер қабаты астындағы температураның өзгеруі түрлі апаттарға алып келуі мүмкін, сол себепті қадағалау тұрақты түрде орын алады. Қазіргі дистанционды түрде температураны анықтау жүйелері шығып келе жатыр. Олардың артықшылығы тасымалдауға ыңғайлылығында. Бірақ бірқатар кемшіліктері де бар. Ол құрылғылар тек судың немесе дененің үстіндегі температураны анықтай алады.

1.3 Ұсынылатын құрылғының конструкциялық ерекшеліктеріне және сезгішке сипаттама

Бұл жұмыста ұсынылатын термометрлік құрылғы арнайы қозғалтқыш көмегімен жұмыс жасайтын, ыңғайлы ритмде тереңге сүңгу механизмі бар құрылғы болып табылады. Құрылғыны ойластыратын кезде конструкциясы алдымен қойылған тапсырмаға байланысты, жұмыс атқаруына және ортаға байланысты негізделіп, жобаланды.

Ұсынылатын температура өлшейтін құрылғының артықшылықтарына тоқталсақ, олар төмендегідей:

– құрылғыны қолданудың ыңғайлылығы. Жалпы кез келген құрылғы өз жұмысын атқару үшін тасымалдауға ыңғайлы болу керек. Себебі бұл құрылғының жұмыс жасау аясын ұлғайтады. Сәйкесінше құрылғыға деген сұранысты арттырады;

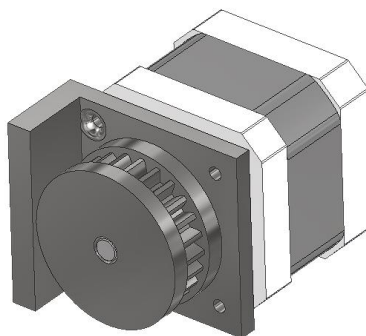
– ортадағы температураны кемінде 10 метр тереңдікке дейінгі аралықта анықтай алуы. Құрылғы одан да көп аралықтағы температураны анықтауға мүмкіндігі бар;

– құрылғы арқылы судағы және жер қыртыстарындағы температураны анықтау мүмкіншілігі;

– температуралық сезгішті түсіріп шығаратын арнайы қозғалтқыш шкифпен бірге таңдалынып қойылуы. Осылай қойылуының өзіндік себебі бар. Сезгішті түсіретін кезде қалыпты жылдамдықпен түсіру керек. Осы қозғалтқыш арқылы қанша қашықтыққа түскенін анықтауға болады. Ал егер бұл жерде адам еңбегі қолданылатын болса, едәуір қателіктер болатыны сөзсіз;

– температура сезгішінде жақсы материалдың қолданылуы. Жоғарыда келтірілгендей, сезгіш жасалынатын материалдар жақсы металды қорытпадан болуы керек. Сол арқылы құрылғыдағы жоғары дәлдікті қамтамасыз етеді.

Конструкциялық ерекшелігі бойынша температураны өлшейтін сезгішті тереңдікке ыңғайлы түрде жіберу үшін тісті беріліс пайдаланылды.



1.8 - сурет – Берілістің жалпы көрінісінің 3D моделі

Тісті беріліс материалы тот баспайтын болаттан жасалуы қажет. Сол үшін 30ХГС маркалы болат таңдалынды. Бұл болат физикалық тұрғыдан берік және жемірілуге қарсы әрекет ете алады. Болаттың химиялық құрамы келесі кестеде

Кесте – 1.1 30ХГС легірленген конструкциялық болаттың химиялық құрамы

Көміртек С	Кремний Si	Марганец (Г) Mn	Никель Ni	Күкіт S	Фосфор P	Хром Cr	Мыс Cu
0,28-0,38	0,97-1,22	0,785-1,005	0,4-ке дейін	0,07-ке дейін	0,01-ке дейін	0,8- 1,102	0,358-ке дейін

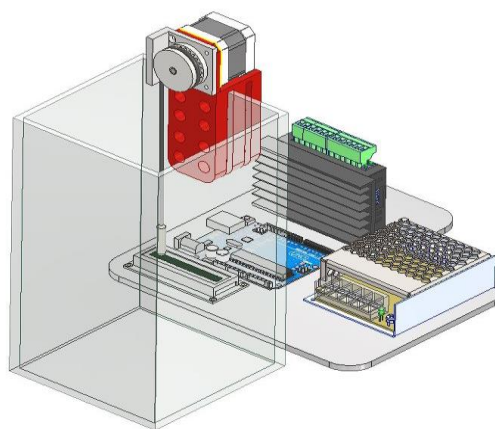
1-кестедегі мәліметтерге қарайтын болсақ, марганец және никель элементтері беріктік пен деформациялық қасиеттерін арттырады. Қалған элементтер тот басуға қарсы жұмыс атқарады.

Дипломдық жұмыста ұсынылып отырған құрылғының конструкциялық артықшылығы ретінде келесі модификацияны атап өтуге болады. Құрылғыда қозғалтқыш орнатылған бөлігі қатаң түрде орналастырылған. Қатаң түрде орналасуы дегеніміз – егер өлшеуіш аппаратты бір орынға орнатса, онда ол тұрақты жағдайын қамтамасыз ете алады мағынаны білдіреді. Оның орнату тірегінің моделі 1.9-суретте көрсетілген.



1.9 - сурет – Қозғалтқышты орнату тірегінің 3D моделі

Бұл орнату тірегі қатаң түрде бекітіліп, қозғалтқыштың қозғалмауына әсерін тигізеді. Сол арқылы діріл аз болып, сезгіш дұрыс параметрлерді бере алады. Дәлдікті қамтамасыз ету жүйесі әр бөлшекке тікелей байланысты. Конструкцияның тұрақты жұмыс жасауы тікелей орындалуына және материал сапасына, сондай-ақ белгілі бір стандарт жүйесі бойынша орындалуына байланысты. Конструкциялық негізде құрастырылған құрылғының 3D көрінісі 1.10-суретте көрсетілген.



1.10 - сурет – Құрылғы конструкциясының 3D моделі

1.4 Құрылғының басқару жүйесінде қолданылатын сезгіштерді және жетекті таңдау

Құрылғының басқару жүйесіндегі элементтер ретінде қарапайым контроллер - Arduino Uno контроллері алынды. Себебі бұл контроллер басқаруға ыңғайлы. Контроллердің осы түрі тез арада жетектерді басқара алады. Қолданыс аясы кең және соған орай қолжетімді болғандықтан осы контроллер таңдалынып алынды. Arduino контроллерінің басқа да түрлері бар және қолданыс аясы өте кең түрде таралған.

Arduino – бұл өзінің процессоры мен сақтау жады бар басқару платформасы. Олардан басқа платформада негізгі және қосалқы компоненттерді қосуға болатын және қосуға ыңғайлы бірнеше тізбектер орналасқан. Олар негізінен жарық диодты лампалар, сезгіштер, жетектер, маршрутизаторлар, магнит арқылы ашылатын есік құлыптары және басқа да электр қуатымен жұмыс істейтін кез келген құрылғы болып табылады. Arduino басқару процессорына осы құрылғылармен қатар басқа да құрылғылардың барлығын қамтамасыз етілген арнайы алгоритм бойынша басқарушы тізбектік бағдарламаны орналастырып, басқаруға болады.

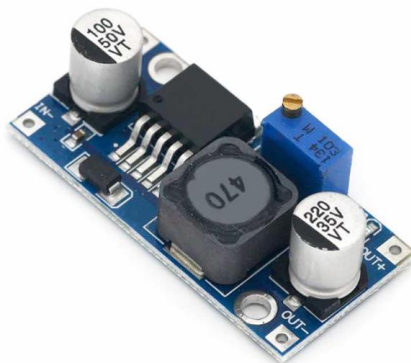


1.11 - сурет – Arduino платформасы

Келесі кезекте қажетті сезгіш ретінде 1.12-суретте көрсетілген DC/DC түрлендіргіші таңдалынды. Тізбегі жоғары жиілікті транзистор арқылы, кірісі мен шығыс тізбекті L-C сүзгілері бар, қуат трансформаторын, басқару чипін қамтамасыз ететін қуатты DC/DC кернеу түрлендіргіші – үлкен тұрақты кернеуді минималды тұрақты кернеуіне түрлендіретін импульстік түрлендіргіш. Қазіргі заманғы құрылғыларда кернеуді тұрақтандыру үшін пайдаланылады, пульсация дәрежесін төмендетуге көмектеседі, кіріс және шығыс электр тізбектерінде гальванды түрде ажыратуды қамтамасыз етеді. Кейбір модельдер жүктемедегі кернеуді реттей алады, теріс кернеуді шығарады, бұл қасиеттері оларды әдеттегі сызықтық реттегіштерден ерекшелендіреді.

Кернеуді төмендететін түрлендіргіштер келесі салаларда қолданылады:

- тұрақты батарея, аккумулятор зарядтағыштарда;
- жалпы мультимедиалық тараптарда ойнатқыштарда;
- кеңінен таралатылатын тұрақты қуат көздерінің жіберу кезінде;
- мониторлар, теледидарларда, радио қозғалтқыштарда.



1.1 - сурет – DC/DC түрлендіргіші

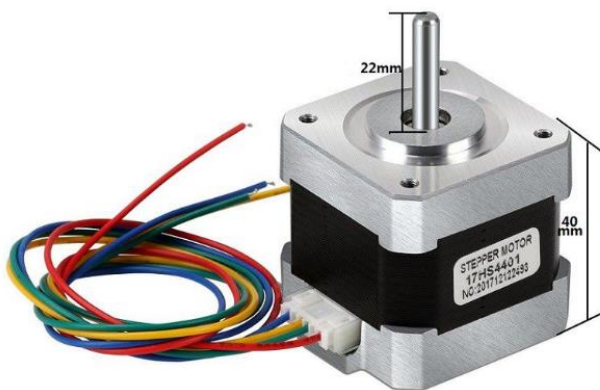
Құрылғыны ойластыру барысында негізгі температура туралы ақпаратты беретін сезгіш ретінде DS18B20-сандық температура сенсоры таңдалынып алынды (1.13-суретте көрсетілген). Себебі бұл сенсорды пайдалану ыңғайлы және оңай. DS18B20-сандық температура сенсоры сандық сипаттағы сигнал жібереді. Бұл сенсор түрінің бізге ақпарат беретін бір ғана контактісі бар. DS18B20-сандық температура сенсоры арнайы су өткізбейтін қаптамамен қапталған. Арнайы су өткізбейтін қаптама арқылы тереңдіктегі судың температурасын өлшеу ыңғайлы әрі тиімді. Бұл сандық температура сенсорын Arduino платасына қосу көп қиындық туғыза қоймайды. Arduino Uno платасының бір түйреуішіне бір ғана емес, 2-3 осындай сезгіштерді орналастыруға болады. Жалпы сезгіш 3V және 5V кернеу диапазонының аралығында жұмыс атқарады және температураны $-57\text{ }^{\circ}\text{C}$ -тан $+115\text{ }^{\circ}\text{C}$ -қа дейін $\pm 0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ дәлдікпен өлшейді.



1.13 - сурет – DS18B20-сандық температура сенсоры

Сандық температура сенсорының осы түрін әртүрлі тереңдікке түсіру үшін Nema-17 қадамдық қозғалытқышы қолданылды (1.14-суретте көрсетілген). Бұл қозғалтқыш робототехникада, сонымен қатар басқа да өндірістік механизмдерде қолданыс табуда. Бұл қозғалтқыштың артықшылығы – басқаруға оңай болуында. Себебі басқару жүйесі қадамдық өлшеуге негізделіп жасалған. Бұл қозғалтқышты орнату және басқару көп қиындық туғызбайды. Қозғалтқыштың жалпы сипаттамалары төмендегідей:

- Үлгілік номері: 17HS4401
- Бұрыштың адымдық көрсекіші: $1.8^{\circ} \pm 5\%$ (1 айналым - 200 қадам)
- Жалпы фазалар жұмыс жасау саны: 2
- Жалпы жұмыс атқаратын диапазон: $-20^{\circ}\text{C} / +85^{\circ}\text{C}$
- Ток көзінің шамасы: 1.5 А
- Номиналды кернеу: DC - де 3.6
- Фаза аралық кедергі резисторларының шамасы: $1.5 \pm 15\%$ Ом
- Фаза индуктивтілігінің көрсеткіші: $2,8 \pm 20\%$ мГн
- Айналу моменті: 40 Нхсм (4.1 кг X см)
- Оқшаулау кедергісі: 98мОм
- Беріліс білігінің диаметрі: 5 мм
- Беріліс білігінің ұзындығы: 24 мм
- Қосу саны: 4 PIN
- Корпустың өлшемдері: 42×42×40 мм
- Фланецтегі бекіту ара-қашықтығы: 31 мм
- Массасы: 0.30 кг



1.14 - сурет – Nema-17 қозғалтқышы

2 Конструкциялық бөлім

2.1 CAD, CAE жүйесінде өлшеу құралының қолданбалы макетіне сипаттама беру

Қазіргі таңда робот саласының өте қарқынды дамуы әлемде робот бөлшектерін, механизмдерін және толығымен жинақтық құрылғыларды модельдеуге арналған модельдік бағдарламау жүйелерінің пайда болуына әкелді. Кез келген өндірістік фабрикада, соның ішінде машина жасау зауыттарында CAD, CAE, CAM жүйелерін қолдайтын бағдарламалармен жұмыс істеу кеңінен таралды. Бұл жүйелерге негізделген бағдарламалар өз кезегінде көптеген жасалып жатқан бөлшектің 2D сызбасынан бастап, бағдарламадағы инженерлік есептермен қатар басқару құрылғысы ЧПУ білдектерінде жасап шығаруға дейінгі кезеңді қамтамасыз ете алады. Жүйелер көптеген жаңа мүмкіндіктер туғызады. Аз уақыт ішінде көп мөлшерде бөлшектерді, жабдықтарды жасап шығаруға септігін тигізеді. Енді сол CAD, CAE, CAM және оны қолдайтын бағдарламалар туралы шолу жасалынады.

2.1.1 Өлшеу құралының қолданбалы макетін CAD жүйесін қолдайтын бағдарламада модельдеу

Өлшеу құралының моделі CAD жүйесін қолдайтын Autodesk Inventor бағдарламасында жасалынды.

Жалпы CAD жүйесі – кез келген бөлшекті және бұйымды 3D моделін жасауға, оған қоса 2D сызбасын алуға мүмкіндік беретін бағдарламалар болып табылады. Осы бағдарламалар көмегімен бұйымның келешекте жасалған кезде қандай пішінге ие болатынын біле аламыз. Кез келген бөлшекті қалағанымызша модельдеуге болады.

Inventor бағдарламасы осы мүмкіншіліктерді жүзеге асыратын әмбебап және қолданысқа ыңғайлы бағдарлама болып табылады.

Жалпы құрылғының макетіндегі элементтерді модельдеу кезіне тоқталатын болсақ, біріншіден, қозғалтқышты ұстап тұратын бөлшек модельденді. Модельдеу барысында бұл бөлшектің қандай қызмет атқаратынына назар аударылды. Себебі бөлшектің жұмыс істеу ролін анықтай отырып қана оның толық мүмкіншілігін көре аламыз.

Модельдеу бағдарламаның негізгі аспаптары арқасында жүзеге асырылды. Олар көтеру және қатты дене формасын беру операциялары болып табылады. Осы операциялар көмегімен қажетті қатты дене формасы берілді.

Бірақ бағдарлама көмегімен бұл бөлшекті басқа жолмен модельдеуге болады. Ол қосалқы қатты дене формасын жасау бөлімі болып табылады. Бұл бөлімде МемСТ, DIN, ASME стандарттарын таңдауға мүмкіндік жасалған. Модельденген құрылғыда МемСТ және DIN стандартты арқылы жасалған бөлшектік элементтер қолданылды. Келесі операцияларды осы стандарттар

негізінде жасалған стандартты бөлшектер алынды. Стандартты бөлшектердің құрамында қозғалтқыш, болттар мен гайкалар және басқа бөлшектер болды. Осы аталған бөлшектер модельден сатысынан өтіп болғаннан кейін жинақтау операциясына орналастырылады.

Жинақтау операциясы кезінде мүмкіндігінше толықтырылған модель қалыптастырылады. Модельді қалыптастырып, жинақтау барысында өлшемдік кедергілер орын алуы мүмкін, бірақ бағдарламаның автоматты қателікті жөндеу үдерісі бұл қателіктерді жөндеуге мүмкіндік береді. Жалпы өлшемдік қателіктер бағдарламадан емес, модельдеу отырушыдан болады. Осы операцияның көмегімен толықтай түрде модель жинақтастырылады және ары қарай өлшемдерін алу сатысына жіберіледі. Бұл саты арқылы жасалған бөлшектердің сызбасын алынады. Сонымен қатар бұл саты бізге жинақ сызбаны алуға да мүмкіндік береді. Сызбаны алғаннан кейін бөлшектерді жасауға цехке бере аламыз. Сондықтан кез келген құрылғының конструкцияларын жобалау кезінде САД жүйесі маңызды этаптардың біріне айналды. Кез келген завод өз өнімдерін осы жүйе тексерісінен кейін және модельдеуден кейін жасау сатысына жібереді. Ол уақыт үнемдеуге септігін тигізе алады.

2.1.2 Құралдың негізгі бөлшектеріне САЕ жүйесін қолдайтын бағдарламада есептік анализ жасау

САЕ жүйесі дегеніміз – компьютерлік модельдеу көмегімен жобаланған бөлшектерге бағдарлама көмегімен сандық әдістерді пайдалана отырып, есептік нәтижені көрсету болып табылады. Жалпы бұл есептік жобалаудың артықшылығы бөлшектердің қандай материалдан болуы керек екеніне және қандай жүктемеде жұмыс жасай алуын есептеуде көмек бере алады. Бөлшекке немесе бұйымға есептік талдау жүргізу арқылы қандай қалыңдықтағы материалдан болуын есептеп табуға болады.

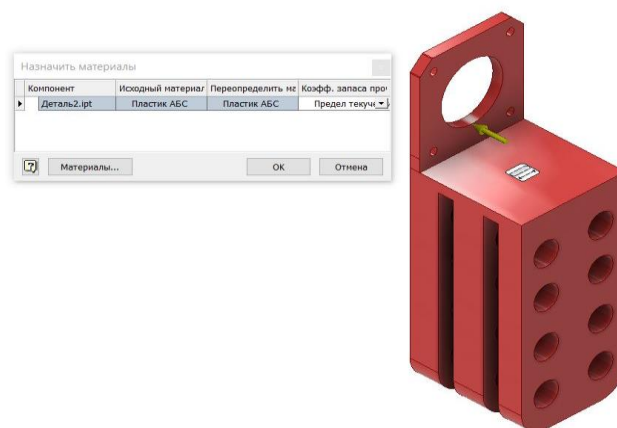
Макеттегі негізгі есептеу бөлшегі ретінде қозғалтқышты ұстап тұратын бөлшек алынды. Себебі бұл бөлшек маңызды жұмыс атқара алады. Соларға тоқтала өтсек, біріншіден, ол қозғалтқышты ұстап тұра алады. Екіншіден, жалпы айналу механизмін ұстап тұрады.

Есептеу үдерісі Autodesk Inventor бағдарламасында жүзеге асырылды. Саты бойынша қарастырсақ, алдымен жасалынған бөлшекке бағдарламада арнайы тіректерді қою операциясы орындалады.

Бұл жерде жазықтық бойынша немесе арнайы бұрыш бойынша қажетінше күш түсіріп қолдануға болады. Күштің шамасы жүктемедегі қысым арқылы жүргізілуі де мүмкін, оны жүктеме түсіру кезінде байқаған дұрыс. Бұны екінші этап ретінде қарастыруымызға болады. Қажетті жүктеме түсірілгеннен кейін есептік анализ типін анықтауымыз керек. Есептік анализ типі ретінде статикалық анализ типі алынды. Сол арқылы есептік анализ жүйесіне кіреміз. Есептік анализ жүйесінде алдымен шектік элементтер саны арқылы есептелетін функция бойынша торды қосып элементтер санын белгілеуіміз қажет. Тор саны

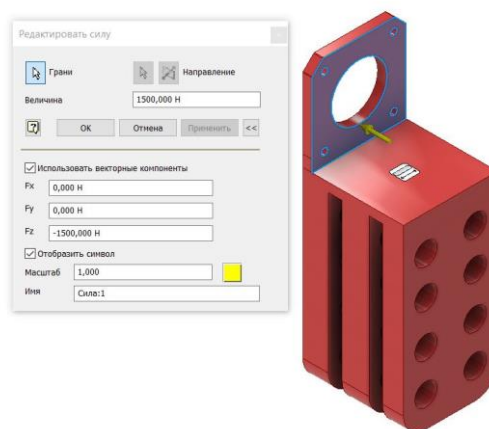
көп болатын болса, демек есептік көрсеткіш дәлірек болады. Сол арқылы нәтижеде алдымен кернеу мәнін таба аламыз. Бағдарлама қай жерде максимум кернеу мәні тұрғызылғанын анықтап береді. Теория бойынша қай жерде максимум кернеу мәні қарастырылады. Сол жерде бөлшектің жүктемеге шыдамды екендігі көрсетіледі. Шекті элементтер әдісі бойынша бағдарламада айтылған бөлшектің шыдамдылығы зерттелді. Келесі, анализ жасау бағдарлама жинақталған бөлшектерге осы мүмкіндікті бере алады. Жинақталған бөлшектерге немесе бұйымның өзіне есептік анализ жасауға болады.

Тірек бөлшегіне анализ жасау барысында осы бөлшектің материалы ретінде Пластик АБС таңдалынды. Себебі дайындалған макет бойынша осы бөлшек 3D принтер көмегімен басып шығарылған болатын.



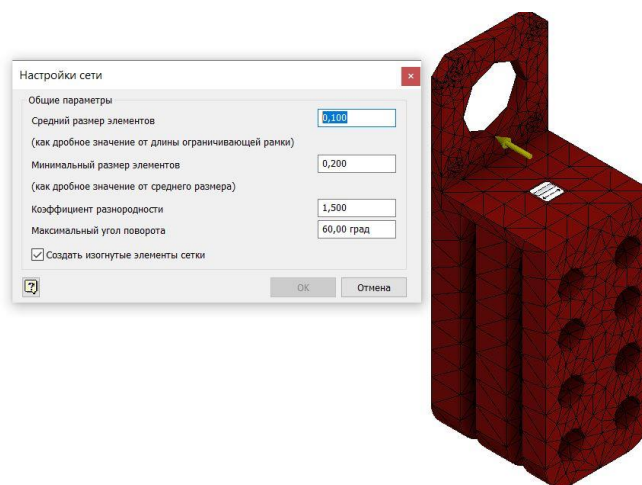
2.1 - сурет – Бөлшекке материалдың таңдалуы

Материал таңдалынғаннан кейін басты операциялар тізбегі қарастырылады. Келесі операция тізбегі ол тіректі бекіту операциясы болып табылады. Арнайы тірек орнатылғаннан кейін келесі ретте жазықтық бойынша бөлшекке күш түсіріледі.



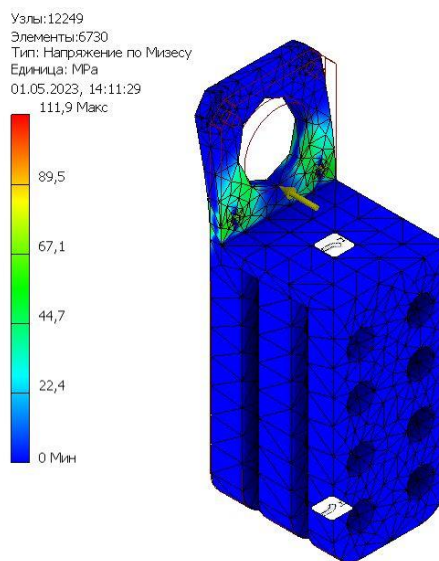
2.2 - сурет – Жүктеменің берілуі

Күштің шамасы 300 Н жүктемеде түсірілді. Келесі кезектегі операция тізбегі ретінде шекті элементтерге бөлу торын орнату болды. Тор саны көп болған сайын есептеу қиындай түседі, бірақ та есептеу нәтижесі дәлірек болады. Сол себептен тордың саны көбейтіледі.



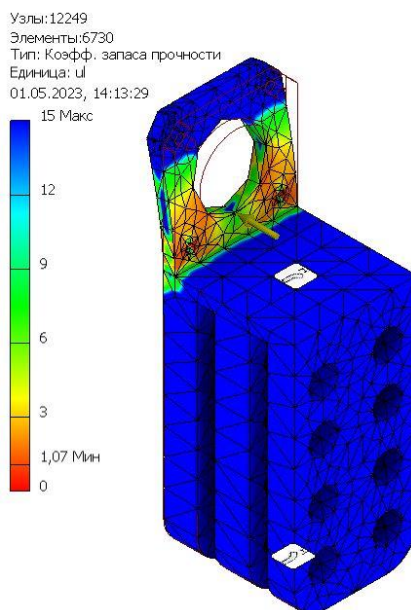
2.3 - сурет – Шекті элементті тордың берілуі

Тордың жалпы саны орнатылып болғаннан кейін, негізгі есептік анализ жасау операциясы басталады. Есептік анализ жасау құрылғының жұмыс істеу қуатына байланысты әртүрлі уақыт айырмашылығында орын алуы мүмкін. Келесі ретте есептік анализ көрсеткіштеріне назар аударсақ, алдымен жалпы беріктікке тексеру операциясы орын алады. Бұл жерде Мизес кернеуі бойынша максимум және минимум кернеулер анықталып, бөлшектің әлсіз тұстары көрсетіледі. Одан кейін беріктік қор коэффициенті анықталады.



2.4 - сурет – Мизес бойынша кернеу

2.4-суретте максимум кернеу көрсетілген осы кернеу көрсетілген түс - бөлшектің әлсіз тұсы болып табылады. 2.5-суретте беріктік қор коэффициентін көре аламыз.



2.5- сурет – Бөлшектің беріктік қор коэффициенті

Беріктік қор коэффициентін қарап отырып, бөлшектің қойылған жүктемеге шыдай алатына көз жеткізуге болады. Жалпы бұл жүйе бойынша есептік анализ бөлшектің моделі шыққаннан бастап, оны жасамай тұрып, әр түрлі жүктемелерге сынау арқылы шыдамдылығын, беріктігін есептеп табуға мүмкіндік бере алады.

2.2 Термоэлектрлік түрлендіргіш есебі

Температураны электрлік сигналдарға түрлендіруді жүзеге асыру үшін үшін төмендегілер қолданылады:

- а) термопараны, яғни термоэлектрлік түрлендіргішті термоэлектр қозғаушы күшіне айналдыру арқылы;
- б) терморезистивті түрлендіргішті электр кедергісіне өзгерту арқылы.

Термопара қысқыштарындағы термоэлектр қозғаушы күші ($E_{\text{термопара}}$) мына формула арқылы анықталады:

$$e_{\text{термопара}} = e_{\text{ы.дән.}} - e_{\text{с.дән.}} \quad (2.1)$$

мұндағы $e_{\text{ы.дән.}}$ – ыстық дәнекерлеудің термоэлектр қозғаушы күші;

$e_{\text{с.дән.}}$ – суық дәнекерлеудің термоэлектр қозғаушы күші.

Яғни, термопара қысқыштарындағы термоэлектр қозғаушы күші ыстық және суық дәнекерлеудің термоэлектр қозғаушы күштерінің айырымына тең.

Әр түрлі термопаралардың түрлеріне сәйкес термоэлектр қозғаушы

күштердің 1000°C дейінгі температураға тәуелділігі арнайы мөлшерлеу кестесінде көрсетілген (Кесте-2.1).

Кесте 2.1. – Термопара үшін мөлшерлеу кестесі [1]

Өлшеу соңы температурасы °C	Мыс-копель термопарасы	Темір-копель термопарасы	Хромель-копель термопарасы	Хромель-алюмель термопарасы	Платинородий-платина термопарасы
-20	-0,86	-1,05	-1,27	-0,77	-0,11
0	0	0	0	0	0
20	0,89	1,09	1,31	0,8	0,11
100	4,75	5,75	6,95	4,1	0,64
200	10,29	12	14,65	8,13	1,42
300	16,48	18,1	22,9	12,21	2,31
400	23,13	24,55	31,48	16,39	3,24
500	30,15	30,9	40,15	20,64	4,21
600	34,47	37,4	49	24,9	5,21
700	-	44,1	57,75	29,14	6,25
800	-	51,15	66,4	33,31	7,32
900	-	-	-	37,36	8,43
1000	-	-	-	41,31	9,57

Берілген кестедегі мәнге сәйкес 0°C температурада термоэлектр қозғаушы күші берілген термопараларда 0-ге тең. Кесте бойынша төмендегідей тәуелділікті көруге болады:

$$\frac{e_{\text{ЖОҒ}} - e_{\text{ТӨМ}}}{\theta_{\text{ЖОҒ}} - \theta_{\text{ТӨМ}}} \quad (2.2)$$

- мұндағы $e_{\text{ЖОҒ}}$ – термоэлектр қозғаушы күшінің жоғарғы мәні;
 $e_{\text{ТӨМ}}$ – термоэлектр қозғаушы күшінің төменгі мәні;
 $\theta_{\text{ЖОҒ}}$ – тәуелділік аумағындағы температураның жоғарғы мәні;
 $\theta_{\text{ТӨМ}}$ – тәуелділік аумағындағы температураның төменгі мәні.

Кестедегі термопараның термоэлектр қозғаушы күшінің мәндері 0°C еркін соңы температурасы кезіндегі мәнге сәйкес берілген.

Термопараларды межелеу 0-ге тең еркін соңы температура кезінде жүзеге асырылады. Термопаралар негізінен, екі өткізгіштің тұйықталған қозғалысынан тұрады. Екі материалды қосу кезінде суық температураны ұстап тұратын материалдың температурасын қосу барысында оның градусы 0°C-тан басқа + θ градус көрсететін болса, сәйкесінше термоэлектр қозғаушы күші аз мәнді көрсетеді. Бұл термопарамен температура өлшеу барысында қателік туындағанын көрсетеді. Сондықтан алдымен термопараларды межелеудің маңызы зор. Сол арқылы қателіктер анықталынады. Бірақ та бұл жердегі тәуелділіктің бейсызықты екенін де ескеруіміз қажет. Осы себептен $\Delta\theta$ түзетуі θ_{Δ} мәніне тең болмайды.

Өлшенетін температураның негізгі мәнін анықтау үшін ең алдымен, термоэлектр қозғаушы күші бойынша θ_{xc} мәні орналасқан еркін соңы температура мәніне сәйкес Δe түзету мәні анықталады. Ол төмендегі формулада көрсетілген:

$$\Delta e = e_{T_{\Theta M}} + \frac{e_{\text{ЖОҒ}} - e_{T_{\Theta M}}}{\theta_{\text{ЖОҒ}} - \theta_{T_{\Theta M}}} (\theta_{\Delta} - \theta_{T_{\Theta M}}) \quad (2.3)$$

Дәл осы теңдеу үлгісі арқылы тәуелділік аумағы үшін e'_x термоэлектр қозғаушы күші келесі формула арқылы анықталады:

$$e'_x = e_{T_{\Theta M}} + \frac{e_{\text{ЖОҒ}} - e_{T_{\Theta M}}}{\theta_{\text{ЖОҒ}} - \theta_{T_{\Theta M}}} (\theta'_x - \theta_{T_{\Theta M}}) \quad (2.4)$$

Жоғарыда көрсетілген (3) және (4) формулалардан шыққан мәндерді пайдаланып, термоэлектр қозғаушы күш мәніне түзетулер енгізіледі:

$$e_x = \Delta e + e'_x \quad (2.5)$$

Ары қарай негізгі өлшенетін температураның нақты мәнін алу үшін төмендегі формула қолданылады:

$$\theta_x = \theta_{T_{\Theta M}} + \frac{\theta_{\text{ЖОҒ}} - \theta_{T_{\Theta M}}}{e_{\text{ЖОҒ}} - e_{T_{\Theta M}}} (e_x - e_{T_{\Theta M}}) \quad (2.6)$$

Абсолютті түрде әдістемелік қателікті есептеу формуласы:

$$\Delta_{\text{әд.}} = \theta_x - \theta'_x \quad (2.7)$$

Салыстырмалы түрде әдістемелік қателікті есептеу формуласы:

$$\delta_{\text{әд.}} = \frac{\Delta_{\text{әд.}}}{\theta_x} \times 100\% \quad (2.8)$$

2.2.1 Термопара температурасының нақты мәнін және әдістемелік қателігін анықтау

Көрсеткіште еркін соңы температурасы $\theta_{xc} = 70$ °С болған кезде, хромель-алюмель термопарасының температурасы $\theta'_x = 680$ °С деп көрсетілді. Термопара температурасының нақты мәнін және әдістемелік қателігін анықтау қажет.

1) Ең алдымен 1-Кесте арқылы хромель-алюмель термопарасында берілген еркін соңы температурасын пайдаланып, термоэлектр қозғаушы күшінің жоғарғы және төменгі мәнін, тәуелділік аумағындағы температураның жоғарғы және төменгі мәндерін анықтап аламыз:

$$\begin{aligned}
e_{\text{ЖОҒ}} &= 4,1 \text{ мВ}; \\
e_{\text{ТӨМ}} &= 0,8 \text{ мВ}; \\
\theta_{\text{ЖОҒ}} &= 100 \text{ }^\circ\text{C}; \\
\theta_{\text{ТӨМ}} &= 20 \text{ }^\circ\text{C}.
\end{aligned}$$

2) Берілген мәліметтерде пайдалана отырып, (3) формула арқылы термоэлектр қозғаушы күші бойынша Δe түзету мәнін табамыз:

$$\Delta e = e_{\text{ТӨМ}} + \frac{e_{\text{ЖОҒ}} - e_{\text{ТӨМ}}}{\theta_{\text{ЖОҒ}} - \theta_{\text{ТӨМ}}} (\theta_{\Delta} - \theta_{\text{ТӨМ}}) = 0,8 + \frac{4,1 - 0,8}{100 - 20} (70 - 20) = 2,87 \text{ мВ}$$

3) Келесі 1-Кестеден көрсеткіште көрсетілген температура бойынша термоэлектр қозғаушы күшінің жоғарғы және төменгі мәнін, тәуелділік аумағындағы температураның жоғарғы және төменгі мәндерін анықтап аламыз:

$$\begin{aligned}
e_{\text{ЖОҒ}} &= 29,14 \text{ мВ}; \\
e_{\text{ТӨМ}} &= 24,9 \text{ мВ}; \\
\theta_{\text{ЖОҒ}} &= 700 \text{ }^\circ\text{C}; \\
\theta_{\text{ТӨМ}} &= 600 \text{ }^\circ\text{C}.
\end{aligned}$$

4) Жоғарыда көрсетілген (4) формула арқылы берілген көрсеткіште көрсетілген температура үшін e'_x термоэлектр қозғаушы күшін анықтаймыз:

$$e'_x = e_{\text{ТӨМ}} + \frac{e_{\text{ЖОҒ}} - e_{\text{ТӨМ}}}{\theta_{\text{ЖОҒ}} - \theta_{\text{ТӨМ}}} (\theta'_x - \theta_{\text{ТӨМ}}) = 24,9 + \frac{29,14 - 24,9}{700 - 600} (680 - 600) = 28,292 \text{ мВ}$$

5) Жоғарыда есептелген мәндерді пайдаланып, термоэлектр қозғаушы күшіне (5) формула арқылы түзету енгіземіз:

$$e_x = \Delta e + e'_x = 2,87 + 28,292 = 31,162 \text{ мВ}$$

6) Түзетілген термоэлектр қозғаушы күші арқылы 1-Кестеден термоэлектр қозғаушы күшінің жоғарғы және төменгі мәнін, тәуелділік аумағындағы температураның жоғарғы және төменгі мәндерін анықтап аламыз:

$$\begin{aligned}
e_{\text{ЖОҒ}} &= 33,31 \text{ мВ}; \\
e_{\text{ТӨМ}} &= 29,14 \text{ мВ}; \\
\theta_{\text{ЖОҒ}} &= 800 \text{ }^\circ\text{C}; \\
\theta_{\text{ТӨМ}} &= 700 \text{ }^\circ\text{C}.
\end{aligned}$$

7) Өлшенген температураның нақты мәні (6) формула арқылы анықталады:

$$\theta_x = \theta_{\text{ТӨМ}} + \frac{\theta_{\text{ЖОҒ}} - \theta_{\text{ТӨМ}}}{e_{\text{ЖОҒ}} - e_{\text{ТӨМ}}} (e_x - e_{\text{ТӨМ}}) = 700 + \frac{800 - 700}{33,31 - 29,14} (31,162 - 29,14)$$

$$= 748,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

8) Абсолютті түрде әдістемелік қателікті (7) формула арқылы табамыз:

$$\Delta_{\text{әд.}} = \theta_x - \theta'_x = 748,5 - 680 = 68,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

9) Салыстырмалы түрде әдістемелік қателік (8) формула арқылы анықталады:

$$\delta_{\text{әд.}} = \frac{\Delta_{\text{әд.}}}{\theta_x} \times 100\% = \frac{68,5}{680} \times 100\% = 10,07\%$$

Жауабы: Берілген термопараның температурасының нақты мәні 748,5 °C-ты құрады. Әдістемелік қателік абсолютті түрде 68,5°C, салыстырмалы түрде 10,07% қателікті көрсетті.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста әр-түрлі тереңдіктегі температураны өлшеуге арналған құрылғы қарастырылды. Құрылғының басқа түрлеріне осы күнге дейін ойлап шығарылған ұқсас құрылғыларына талдау жүргізіліп, кемшіліктерімен артықшылықтары салыстырылып сараланды, шолу жүргізілді.

Құрылғының термопара эффектісі бойынша жұмыс жасау үдерісі ойластырылып, термопара және жылулық түрлендіру принциптеріне жалпы түсініктеме берілді.

Құрылғының сыртқы көрінісін жобалау үшін CAD жүйесін қолдайтын Autodesk Inventor бағдарламасы қолданылды. Құрылғыны жасау кезінде қолданылатын әр-түрлі сезгіштерге және контроллерге сипаттама берілді. Жобалау барысында құрылғы жинақталу базасы бойынша ыңғайлы орналасу үшін бірнеше варианттар қарастырылып, ыңғайлы варианты таңдалынды.

Құрылғының жобаланған бөлшектеріне CAE жүйесінде жұмыс жасайтын Inventor бағдарламасында есептік анализдік есептер жасалынды. Соның ішінде қозғалтқышты ұстап тұратын бөлшекке толықтай есептік анализ жасалып, әртүрлі жүктеме кезінде Мизес әдісі бойынша максимум кернеуі, беріктік қор коэффициенті анықталды.

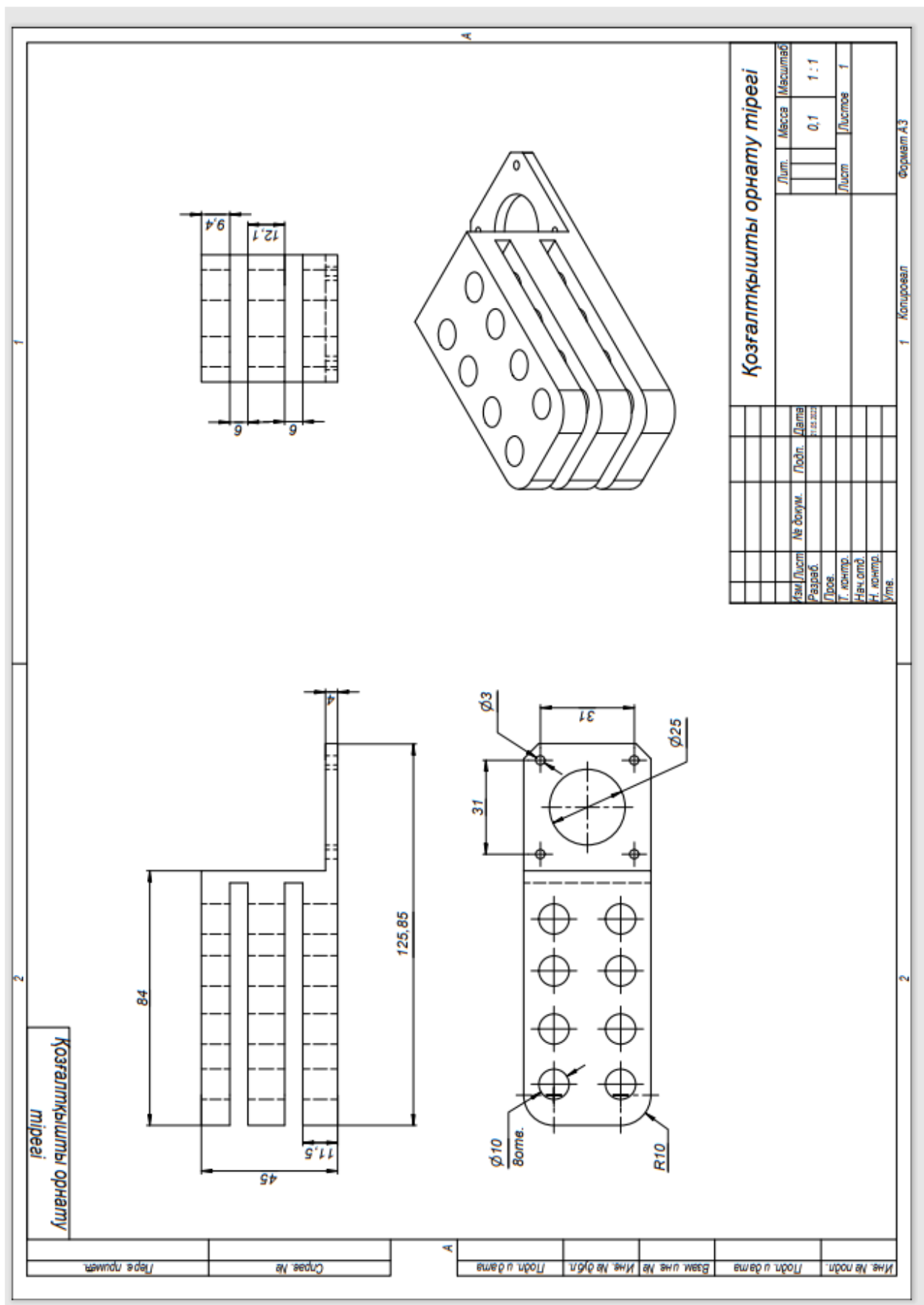
Құрылғының жұмыс атқаратын макеті ойластырылып жалпы Arduino Uno контроллеріне басқару коды жасалды.

Термопарада өлшенген температураның нақты мәні, қателігі есептелінді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- [1] Термопары: устройство и принцип работы // Электронагрев URL: electro-nagrev.ru
- [2] Термопары. Типы, характеристики, конструкции, производство / Никонов Н.В. – М.: ООО «Метотехника», 2015 – 62 стр.: 4 ил., 31 табл.
- [3] Поверка и калибровка термоэлектрических преобразователей. Зимин Г.Ф. /. Учеб. пособие — М.: АСМС, 2001. — 48 с.
- [4] Государственная система обеспечения единства измерений. ТЕРМОПАРЫ. Номинальные статические характеристики преобразования. - 2 изд. - СТАНДАРТИНФОРМ, 2010
- [5] Прибор для определения температуры воды водоемов в различных слоях и взятия ее проб 2015
- [6] Методы измерения урона воды в глубоких скважинах / Авторы: М. С. Гарбер и Ф. К. Купман 1968
- [7] Определение температурного поля по глубине измерения тела с помощью тепловизора на поверхность / Евгения Хоменок, Иван Игнатъев, Яна Ф. Иванова, Дмитрий А. Тархов 2019
- [8] Дж. Тания и Дж. Б. Нитья, “Интеллектуальная система управления водными ресурсами с использованием Arduino”, в журнале Global Research and Development Journal для Инженерия, 2018
- [9] Основы САПР (CAD,САМ,САЕ) - (Кунву Ли)(2004) (Основы САПР (CAD,САМ,САЕ) - (Кунву Ли) 2004
- [10] Проектирование технических систем / Е.И. Юревич СПб. 2001

Қосымша А



Қосымша Б

```
#include <Stepper.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define ONE_WIRE_BUS 2
#define IN1 9
#define IN2 8
#define IN3 7
#define IN4 6
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
const int steps_per_rev = 200;
const int step_delay = 500;
const int steps_per_second = 1000000 / step_delay;
Stepper motor(steps_per_rev, IN1, IN2, IN3, IN4);
unsigned long previousMillis = 0;
void setup()
{
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  sensors.begin();
  motor.setSpeed(100);
}
void loop()
{
  sensors.requestTemperatures();
  float tempC = sensors.getTempCByIndex(0);
  unsigned long currentMillis = millis();
  if (currentMillis - previousMillis >= 500) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Temp: ");
    lcd.print(tempC);
    lcd.print(" C");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("___DANAGUL'___");
    previousMillis = currentMillis;
  }
  if (tempC > 35) {
    motor.step(steps_per_rev);
    motor.step(steps_per_rev);
    delay(500);
  }
  if (tempC < 15) {
    motor.step(-steps_per_rev);
    motor.step(-steps_per_rev);
    delay(500);
  }
}
```


Қосымша В

