

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут інформатики та радіоелектроніки,
Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра інформаційних технологій електронних засобів
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему Модуль контролю подавання охолоджуючого та змащуючого
мастила в механізми кульового млина

Виконав: студент(ка) 4 курсу, групи РТ-518сп

Спеціальності 172 «Телекомунікації та
радіотехніка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

«Інтелектуальні технології мікросистемної

радіоелектронної техніки»

Демидов Н.Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Малий О.Ю.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Мороз Г. В.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Інститут інформатики та радіоелектроніки, Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій

Кафедра Інформаційних технологій електронних засобів

Ступінь вищої освіти бакалавр

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки

(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІТЕЗ

 к.т.н. Олександр Е.Б.

« 27 » 05 2021 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Демидов Назар Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Модуль контролю подавання охолоджуючого та змащуючого мастила в механізми кульового млина

керівник проєкту (роботи) Малий Олександр Юрійович, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» квітня 2021 року №163


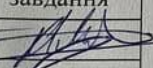
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 7 червня 2021 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) конструкція механізмів кульового млина, система змащення кульового млина, параметри що підлягають контролю у системі змащення кульового млина

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Огляд області розробки, постановка задач кваліфікаційної роботи, розробка структури модулю, вибір елементів, розробка конструкції модулю, розробка програмного забезпечення

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 28 рисунків, 18 слайдів

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1 - 3	Малий О.Ю., доцент		
Нормоконтроль	Поспеева І.Є., ст. викладач		

7. Дата видачі завдання «26» квітня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд механізмів кульового млина та систем змащення	26.04.21	
2	Постановка технічного завдання	28.04.21	
3	Розробка структурної схеми та вибір елементів	29.04.21	
4	Розробка конструкції	03.05.21	
5	Написання тексту програмного забезпечення	29.05.21	
6	Оформлення ПЗ та захист дипломного проекту	01.06.21	

Студент(ка)


(підпис)

Демидов Н.Д.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Малий О.Ю..
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 48 с., 28 рис., 13 джерел, 18 слайдів.

Об'єкт розробки: система змащення механізмів кульового млина.

Предмет розробки: електронний модуль з програмним забезпеченням для контролю рівня змащуючого мастила у розширюючому баку системи змащення кульового млина та контролю наявності потоку через шланги для подачі та відкачування мастила.

Мета роботи: вибір компонентів, розробка структури, конструкції та програми керуючого мікроконтролера модуля контролю подавання змащуючого та охолоджуючого мастила системи змащення та охолодження механізмів кульового млина.

Для здійснення поставленої мети необхідно було вирішити наступні задачі:

- ознайомитись з особливостями роботи механізмів кульового млина;
- ознайомитись з системами змащення механізмів кульового млина;
- провести розробку структури модуля контролю подавання мастила для системи змащення;
- обрати електронні та силові компоненти та елементи модуля;
- розробити конструкцію плати керування модуля;
- розробити конструкцію модулю;
- розробити програму керуючого мікроконтролера модуля контролю подавання мастила в систему змащення механізмів кульового млина.

КУЛЬОВИЙ МЛИН, ЦЕНТРАЛЬНА СИСТЕМА ЗМАЩЕННЯ, РЕДУКТОР, БАРАБАН, ДАТЧИК, МАСТИЛО, МОДУЛЬ, ПЛАТА, КОНСТРУКЦІЯ, ПРОГРАМА, СИСТЕМА КОНТРОЛЮ.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. Огляд області розробки та постановка задач	8
1.1 Використання кульового млина в різних сферах діяльності.....	8
1.2 Системи змащення виконавчих механізмів	13
1.3. Постановка задач дипломного проекту	17
2. Розробка структури та конструкції модулю.....	22
2.1 Розробка структурної схеми	22
2.2 Вибір елементів та створення комутаційної схеми.....	26
2.3 Розробка конструкції модулю.....	37
3. Розробка програмного забезпечення.....	44
Висновки	46
Перелік посилань.....	47
Додаток А – Текст програми мікропроцесорного модуля.....	49
Додаток Б – Презентація.....	62

ВСТУП

Млини кульові призначені для помелу різних рудних і нерудних корисних копалин, будівельних матеріалів середньої твердості. Млини використовуються при виробництві будматеріалів (гіпс, силікатна цегла, сухі суміші та ін.), При виробництві матеріалів для асфальтобетону (мінеральний порошок), при виробництві сировини для лакофарбових матеріалів, паперу (мікромрамор, мікрокальцит), в гірничорудній, гірничо-хімічної та інших галузях промисловості.

Млини кульові працюють в різних технологічних схемах (у відкритому або закритому циклі) і дозволяє отримувати однорідний по тонкощі продукт подрібнення за допомогою тіл, що мелють (куль і цільпески).

У порівнянні з іншими пристроями для подрібнення твердих порід, кульовий млин має низку переваг:

- висока продуктивність;
- можливість регулювання крупності помелу;
- висока ступінь скорочення крупності матеріалу;
- універсальність, тобто можливість переробки різноманітних матеріалів;
- швидка окупність.

Ще один плюс - широка лінійка передбачуваних типів млинів. Можна підібрати варіант, виходячи з конкретної ситуації і завдань.

Оскільки шаровий млин має багато механічних елементів, що постійно взаємодіють між собою, через тертя виникає перегрів та зношення, а отже шаровий млин потребує постійного змащення виконавчих механізмів. При чому змащення повинно бути проливним, щоб забезпечити охолодження змащуючого мастила.

Для справної роботи кульового млина при її обслуговуванні необхідно застосовувати якісні мастильні матеріали. В іншому випадку будуть потрібні

великі витрати на ремонт обладнання (в середньому, 50-100 тис. грн), не враховуючи матеріальні втрати через простій виробництва.

В кваліфікаційній роботі пропонується розробка модуля, що має на меті контролювати рівень защуючого мастила у розширювальному баку системи змащення регулюючи його двома насосами та контролювати наявність потоку мастила через трубки подавання та відкачування.

1 ОГЛЯД ОБЛАСТІ РОЗРОБКИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ

1.1 Використання кульового млина в різних сферах діяльності

Барабанно-кульовий млин - пристрій для подрібнення твердих матеріалів. Застосовується в основному в гірничорудній промисловості, для створення порошку для використання в фарбах, піротехнічних засобах, харчової промисловості та в кераміці. Барабанні млини використовуються при виробництві цементу, вапна, гіпсу, керамічних виробів, горіхів, цукру і т. П. Для подрібнення матеріалу до частинок розміром менш десятих часток міліметра. Процес помелу відрізняється великою енергоємністю і вартістю.

У барабанних млинах матеріал подрібнюється всередині порожнього барабана. При обертанні тіла, що мелють (кулі, стрижні) і подрібнюється матеріал (звані «завантаженням») спочатку рухаються по круговій траєкторії разом з барабаном, а потім падають по параболі. Частина завантаження, розташована ближче до осі обертання, скочується вниз по підстильним верствам. Матеріал подрібнюється в результаті стирання при відносному переміщенні тіл, що мелють і частинок матеріалу, а також внаслідок удару.

Кульові млини поділяються на лабораторні та промислові. За типом конструкції діляться на однокамерні і двокамерні. Основна деталь конструкції - обертовий барабан, частково заповнений кульками певного діаметра зі сталі, чавуну та інших сплавів, іноді з кераміки. Також можуть бути використані галька і кремій, далі мелють тіла. Мелють тіла, перекочуючись під час роботи млина, перетворюють необроблене сировину в порошок. Невеликі кульові млини обладнані барабаном з ручкою обертання, а також шкивами і ременями для передачі обертального руху. Високоякісні кульові млини перемелюють сировину до гранул розміром 0,0001 мм, значно збільшуючи площу поверхні речовини.

Найбільш ефективними тілами, що мелють в лабораторних кульових млинах для перемелювання є кулі з окису алюмінію, також

використовуються кулі з різних твердих матеріалів (нержавіюча сталь, надтверді сплави, агат і ін.). При обробці піротехнічних сумішей використовуються керамічні кулі.

У промисловості використовують кульові млини з безперервною подачею сировини на вході і з обробкою готового продукту на виході. На теплових електростанціях барабанно-кульові млини застосовуються для помелу вугілля. Кульові млини не можуть використовуватися для обробки деяких піротехнічних сумішей через можливість протікання хімічної реакції.

Продуктивність млина залежить від властивостей подрібнюють матеріалів (міцність, размолоспособность), крупності матеріалів на вході (до 50 мм), вологості матеріалів (до 0,5%), тонкості помелу, рівномірності харчування, заповнення тілами, що мелють і матеріалом.

Параметри кульових млинів:

- діаметр куль - від 30 мм;
- крупність оброблюваної сировини (на вході) - до 50 мм
- корпус млина;
- тонкість помелу (на виході) - до 2 мкм;
- діаметр барабану - від 900 мм;
- довжина барабану - від 1500 мм;
- об'єм барабану - від 0,9 м³;
- потужність електродвигуна - від 18 кВт;
- робоча напруга - від 380 В;
- продуктивність - від 2 т / год;
- маса - від 5 т.

Млини кульові призначені для сухого і мокрого помелу різних рудних і нерудних корисних копалин, будівельних матеріалів різної твердості:

- подрібнення сировинних матеріалів та клінкеру при виробництві цементу;
- подрібнення мармуру при виробництві мікрокальциту;

- подрібнення нерудних корисних копалин при виробництві гіпсу, мінерального порошку;

- подрібнення вугілля на теплових електростанціях з пиловугільним котлоагрегатами.

Кульовий млин це пустотілий барабан, закритий завантажувальною і розвантажувальною торцевими кришками, заповнений тілами, що мелють, що обертається навколо своєї осі. Барабан кульового млина (Рис.1.1) Являє собою сталевий порожній циліндр, викладений всередині броньованими футеровочними плитами, що оберігають його від ударного і тертьових впливу куль і матеріалу, що змільчається. Форма футерування барабана млина робить помітний вплив на її роботу. Футеровки барабанів кульових млинів, що працюють на великому вихідному матеріалі, мають ребра. Для млинів, що працюють на дрібному матеріалі, застосовуються футерування з дрібними ребрами або зовсім гладкі. Висота, взаємне розташування і форма ребер визначають силу зчеплення середовища, що дробить з барабаном і результати роботи млина. Тому важливо, щоб при зношуванні футерування характер її поверхні різко не змінювався.



Рисунок 1.1 – Барабан кульового млина

Торцеві кришки відлиті заодно з порожніми цапфами. На цапфи насаджені опорні бандажі, якими барабан спирається на дві самоустановлювальні роликоопори. Завантаження млини матеріалом здійснюється через завантажувальну воронку. Млин приводиться в обертання

від електродвигуна через муфту, редуктор і еластичну муфту. При обертанні барабана помольні (що мелють) тіла слідуєть в напрямку його обертання, піднімаються на деяку висоту і вільно падають або перекочуються вниз.

Залежно від способу розвантаження подрібненого продукту розрізняють млини з центральною розвантаженням і розвантаженням через решітку.

У млинів з центральною розвантаженням подрібнений продукт видаляється вільним зливом через порожнисту розвантажувальну цапфу. Для цього необхідно, щоб рівень пульпи в барабані був вище рівня нижньої твірної розвантажувальної цапфи. Тому млини з центральною розвантаженням називають іноді млинами зливного типу або млинами з високим рівнем пульпи. Розвантажувальна горловина (воронка) має дещо більший діаметр, ніж завантажувальна, для створення ухилу і підтримки високого рівня пульпи в млині.

У млинів з розвантаженням через решітку є підйомний пристрій, примусово розвантажують подрібнений продукт. Тому в млинах такого типу рівень пульпи може бути нижче рівня розвантажувальної цапфи. Млини з розвантаженням через решітку іноді називають млинами з примусовою розвантаженням або млинами з низьким рівнем пульпи. Даний тип кульового млина має в розвантажувальному кінці барабана грати з отворами для розвантаження подрібненого матеріалу. На стороні, зверненої до торцевої розвантажувальної кришки, решітка має радіальні ребра-ліфтери, що ділять простір між гратами і торцевій кришкою на секторні камери, відкриті в цапфу. При обертанні барабана ребра діють як елеваторне колесо і піднімають пульпу до рівня розвантажувальної цапфи. Такий пристрій дозволяє підтримувати низький рівень пульпи в млині і скорочує час перебування в ній матеріалу внаслідок зменшення обсягу пульпи.

Залежно від форми барабана розрізняють млини циліндричні і циліндро-конічні. Перші в свою чергу класифікуються на три типи: короткі, довгі і трубні. Короткі кульові млини це млини у яких довжина барабана

менше або дорівнює його діаметру; довгі - у яких довжина барабана більше одного, але менше трьох його діаметрів; трубні - у яких довжина барабана більше трьох його діаметрів.

Циліндричний кульовий млин (Рис.1.2), Служить для подрібнення великого матеріалу. Такий млин повинен мати невелику довжину, так як кулі розподіляються рівномірно по всій її довжині і при її обертанні отримують один і той же імпульс. Діаметр барабана циліндричного кульового млину повинен бути тим більшим, чим більше шматки матеріалу, що подрібнюється.



Рисунок 1.2 – Циліндричний кульовий млин

Загалом шарові млини поділяються на типи по параметрам наведеним нижче.

Сфера використання. Поділяють на промислові і лабораторні кульові млини. Типові характеристики промислових агрегатів - висока продуктивність і безперервний режим роботи. Лабораторні - малих розмірів для подрібнення невеликої кількості руди, як правило, в періодичному режимі.

Вид конструкції. Кількість барабанів - один або два. А також форма барабана - трубні, циліндричні або циліндро-конічні.

Умови обробки. Мокрий і сухий помел. Пристрої мокрого помелу знайшли своє застосування для переробки руд і не гірничо-хімічної сировини. Наприклад, подібні пристрої використовують на підприємствах з виробництва ЛФМ, кераміки і скла. Апарати сухого помелу застосовують переважно для виробництва будматеріалів і хімічних сполук.

Спосіб розвантаження. Гратчасті і зливні (центральна розвантаження) агрегати. Гратчасті відрізняються більшою продуктивністю, розвантаження проходить в примусовому порядку. Зливні - продукція розвантажується через поріг цапфи.

Вид дії. Безперервне або перериване дію.

1.2 Системи змащення виконавчих механізмів

Оскільки шаровий млин має багато механічних елементів, що постійно взаємодіють між собою, через тертя виникає перегрів та зношення, а отже шаровий млин потребує постійного змащення виконавчих механізмів. При чому змащення повинно бути проливним, щоб забезпечити охолодження змащуючого мастила.

Під час використання кульових млинів неминучі такі проблеми, як знос, нещільні зв'язку, знос масла і корозія металевої конструкції в кожній ланці, що призводить до зниження технічних, економічних і експлуатаційних характеристик кульових млинів різних ступенів.

Тому, коли знос деталей кульових млинів ще не вплинув на ефективність виробництва, слід проводити регулярне технічне обслуговування та обслуговування кульових млинів.

Система змащення кульового млина складається в основному з масляного насоса, паливного бака, трубопроводу, фільтра і охолоджувача, клапана регулювання гідравлічного тиску і пристрої індикації приладів.

Мастило, що використовується в кожній точці змащування, різниться, а час фільтрації і заміни масла також різні.

Ефективність застосування централізованих систем змащення (ЦСЗ) доведена досвідом їх використання на технологічному транспорті і потужному гірничо-видобувному обладнанні. При цьому було показано, що за рахунок скорочення часу на проведення мастильних робіт зростає змінна продуктивність обладнання, скорочуються витрати на ремонт і обслуговування, на запасні частини, на мастильні матеріали. Крім того, виключається необхідність в наявності різних мастильних матеріалів для змащування пар.

Позитивний досвід застосування ЦСЗ дозволяє з рівним успіхом використовувати їх і на іншому обладнанні гірничодобувних підприємств, зокрема, на дробильно-подрібнювальні комплексах.

Принцип роботи централізованої системи змащення для дробарок

Мастильна станція типу в комплекті з контролем рівня мастила в 30-60 літрової ємності розміщується в безпосередній близькості від дробарки. Станція має три насосних елемента, які мають можливість безпосередньої регулювання виходу мастила.

Прогресивні розподільники мастила з електронним лічильником кількості ходів призначені для подачі заданої кількості мастила до пар тертя. Електронний контроль на розподільниках мастила призначений для реєстрації заданої кількості зроблених циклів. Подача мастила до верхнього підвісу дробарки здійснюється безпосередньо від насосного елемента.

Обраний режим роботи централізованої системи забезпечує постійне надходження змащуючого речовини малими порціями в пари тертя під час роботи дробарки. Це в свою чергу перешкоджає попаданню забруднень в пару тертя і, тим самим, збільшує термін служби підшипника і вузла в цілому.

У разі включення в комплект ЦСЗ бочкового насоса для автоматичної заправки ємності насоса не потрібне додаткове обладнання на режим

автоматичного заправлення. У міру зниження рівня змащуючого речовини в ємності бочковий насос автоматично включається в роботу і в міру досягнення верхнього рівня автоматично відключається.

Досвід застосування ЦСЗ на подібних установках дозволяє стверджувати, що потрібну кількість мастила може бути знижено не менше ніж в два-три рази. При цьому якість процесу мастила не погіршується, а навпаки оптимізується.

Переваги застосування централізованої системи змащення:

- надійне забезпечення всіх пар тертя заданою кількістю мастила;
- постійна готовність дробарки до роботи;
- скорочення часу на обслуговування та ремонт;
- скорочення витрат мастильного матеріалу;
- скорочення витрат на запасні частини;
- відсутність залежності роботи дробарки від людського фактора.

Одним з енергоємних і металомістких елементів як в матеріальному, так і в економічному сенсі, є зубчастий вінець барабана млина. Ремонт і простої млину є дуже чутливим для споживача. Для збільшення терміну служби зубчастого вінця і шестерні приводу на кульових млинах в якості одного з типових рішень по мастилі венцової шестерні пропонується комплект мастильного обладнання, що складається з насоса, панелі з форсунками розпилювання густого змазування, блоку управління і, в разі потреби, додається нагрівальний елемент і термостат. Насосна станція може розміщуватися в зручному місці, а панель з форсунками безпосередньо на кожусі шестерні приводу. Система змащення розпилювання змащуючої речовини з хорошою прилипаємостью розроблена спеціально для нанесення його на поверхню приводної шестерні, яка переносить цю мастило на зуби венцової шестерні.

У разі зниження температури мастила доведення її до потрібної консистенції забезпечується нагрівальним елементом, що встановлюються на

зовнішню поверхню 200 літрової ємності. Нагрівальний елемент включається автоматично через загальний пульт управління.

Підтримка заданої температури забезпечується за допомогою термостата. Форсунки розпилювання змонтовані на одній панелі з відстанню один від одного в 150 мм. Контроль за роботою форсунок по мастилу відбувається за допомогою електронного датчика, встановленого на прогресивному розподільнику, який також змонтований на цій панелі. Контроль по повітрю відбувається через реле тиску, розміщеного на панелі підготовки повітря.

Комплектна панель розпилення мастила монтується на кожусі венцової шестерні. Панель підготовки повітря розміщується разом з бочкового насосом в зручному місці.

Всі елементи електричного контролю системи змащення розпилення мають вихід на блок управління, який в автоматичному режимі включає насос в роботу і після видачі заданої порції мастила відключає його. Блок управління змонтований в металевому ящику системою контролю і текстовим дисплеєм.

Згідно заданим режимом роботи блок управління дає команду на пуск насоса і одночасно на подачу повітря до форсунок. Мастило надходить трубопроводами до форсунок через прогресивний розподільник. В форсунки повітря, змішуючись з мастилом, наноситься рівномірним шаром на зуб шестерні приводу або на зуб венцової шестерні.

Переваги застосування централізованої системи змащення для кульових млинів:

- надійне забезпечення всіх пар тертя заданою кількістю мастила;
- постійна готовність дробарки до роботи;
- скорочення часу на обслуговування і ремонт до 30-40%;
- скорочення витрат мастильного матеріалу до 50%;
- скорочення витрат на запасні частини до 30-50%;
- відсутність розчинника в мастилі;

- високі антикорозійні і антизадирні властивості.

1.3. Постановка задач дипломного проекту

Порядок контролю змащення системи кульового млина:

- Регулярний контроль манометрів мастила. Нормальний тиск мастила має підтримуватися на рівні 0,05-0,15 МПа. Якщо перепад тиску мастила до і після охолоджувача фільтра перевищує 0,04 МПа, необхідно своєчасно очистити фільтр.

- Перевірка температури мастила. Загальна температура повернення не повинна перевищувати 60°C, тому рекомендується встановити температурну шкалу або детектор, щоб можна було безпосередньо вимірювати температуру мастила і легше реєструвати і обслуговувати.

- Перевірка кількості мастила і чистоти. Перевірити кількість мастила і чистоту мастила можна через індикатор потоку мастила, оглядовий отвір на порожнистої кришці журналу і індикатор рівня мастила в розширюючому баку.

- Перевірка масляного насоса, масляного контуру і ущільнюючих деталей кожної точки змащення на випадок витoku мастила, а також уприскування і припливу води.

Додаткові примітки:

- Кожен раз перед включенням кульових млинів необхідно вводити мастило в підшипник двигуна, підшипник провідної шестерні і т.д., а також забезпечувати герметизацію і очищення місця заливки мастила.

- Рівень мастила і мастило в кожній точці змащення кульового млина слід перевіряти не рідше одного разу на 4 години.

- Для нових змащувальних деталей все мастило слід вилити і замінити на нове після 30 днів уприскування мастила.

- При заправці або заміні мастила взимку мастило повинно бути попередньо підігріте до температури близько 25°C. Крім того, взимку час

зупинки більше, ми можемо повернути триходовий кран на вході води в основний підшипник в водонепроникне положення і використовувати ефект сифона для зливу води в водяний канал сферичного куща, щоб уникнути замерзання. сферична плитка або несучий блок.

Зазначений порядок контролю можна проводити як вручну так і автоматизовано. Перевірка вручну вимагає наявності кваліфікованих співробітників на підприємстві і залежить від людського фактора. Необхідне відповідне максимально автоматизувати процес. В даному дипломному проекті пропонується автоматизувати процес контролю кількості масла в баку, рівень і стан протоки в трубах подачі масла в млин і зворотного викачування.

Це дозволить звільнити обслуговуючий персонал від частини роботи по контролю працездатності кульового млина, а також вбереже від аварійних ситуацій пов'язаних:

- з розривом подають і відкачує шланга;
- переповнення розширювального бака через нерівномірність роботи насосів при різного ступеня завантаження млина матеріалом;
- спустошення бака з подальшим перегрівом механічних частин млини і виходом їх з ладу;
- дозволить налаштувати безпечний робочий рівень мастила в розширювальному баку.

Пропонується розробити блок має:

- можливість контролю рівня мастила в розширювальному баку ЦСЗ;
- можливість налаштування робочого рівня мастила в розширювальному баку ЦСЗ;
- можливість контролю рівня протоку через три шланги нагнітання мастила в млин;
- можливість контролю наявності протоку через насос відкачування;
- можливість включення і виключення насоса нагнітання мастила;
- можливість включення і виключення насоса відкачування мастила;

- можливість звукового і світлового оповіщення про аварійні і позаштатних ситуаціях роботи модуля.

Модуль, що розробляється, виконується спеціально для експортної установки кульового млина (виконаної під замовлення для Узбекистану), що додатково вимагає опрацювання можливості обслуговування його персоналом з мінімальною кваліфікацією.



Рисунок 1.3 – Фотографія конструкції кульового млина для якого проектувався модуль контролю



Рисунок 1.4 – Зубчасте з'єднання шестерні основного редуктора та зубчастого вінця барабану млина



Рисунок 1.5 – Розширювальний бак ЦСЗ цільового кульового млина

2 РОЗРОБКА СТРУКТУРИ ТА КОНСТРУКЦІЇ МОДУЛЮ

2.1 Розробка структурної схеми

Перед початком процесу проектування модулю контролю подавання мастила в механізми кульового млина було розроблено схеми системи змащення (ЦСЗ).

На рис.2.1 наведено структурну схему елементів баку зі змащуючим мастилом ЦСЗ.

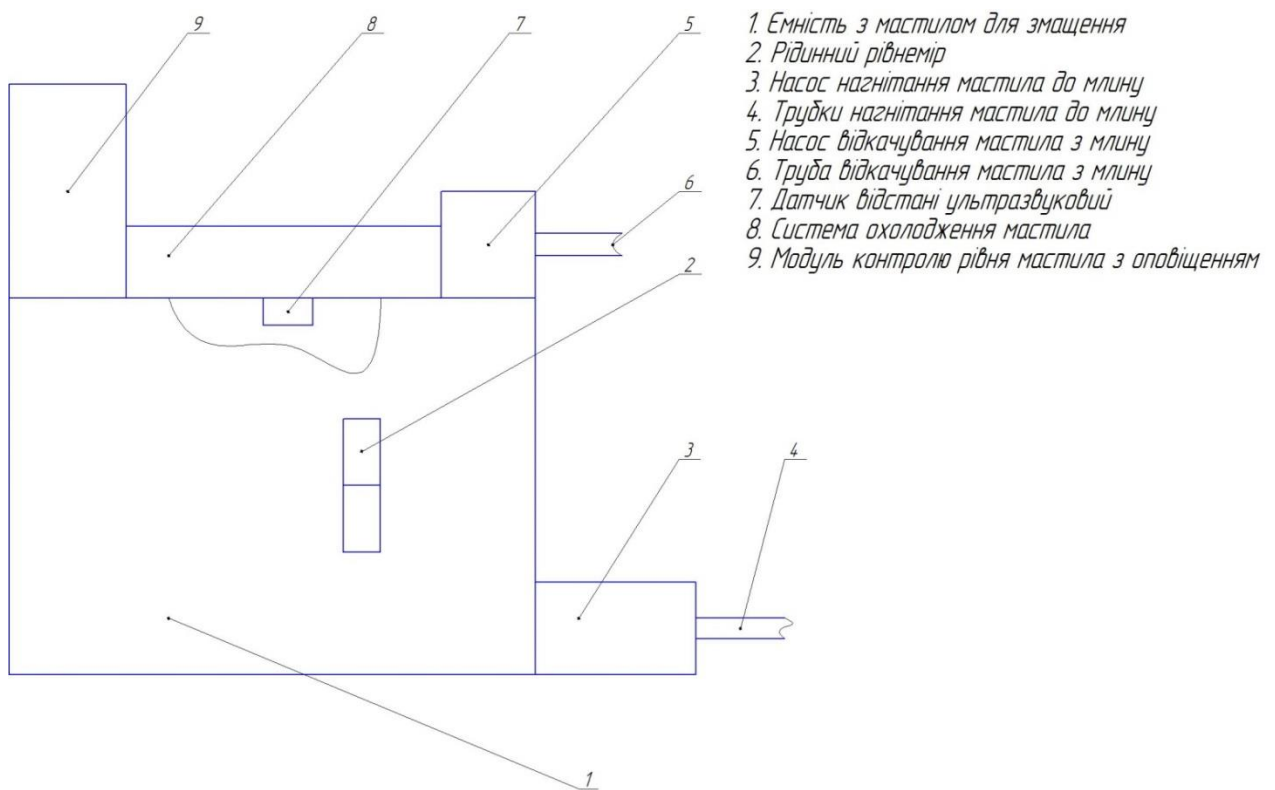


Рисунок 2.1 – Структурна схема елементів баку зі змащуючим мастилом ЦСЗ

У розширювальний бак (поз.1) фото якого було наведено на рис.1.5 врізано рідинний рівнемір (поз.2), що дає можливість візуального неелектронного контролю рівня мастила в баці.

Знизу до баку приєднано насос (поз.3), що відкачує мастило з баку та через три трубки (поз.4) нагнітає мастило у механізми кульового млину. Зверху до баку також приєднаний насос (поз.5), який через трубку (поз.6) відкачує мастило з млину тим самим система забезпечує проток мастила

через механічні елементи млину. Мاستило в баці проходить через фільтри та охолоджується системою охолодження (поз.8).

Модуль, що розробляється в дипломному проєкті (поз.9) отримує дані від ультразвукового датчику рівня (поз.8), датчиків потоку, що приєднані в точках входу шлангів нагнітання та відкачування масла до по млина та реле «сухого ходу» насоса відкачування.

На рис.2.2 наведено схематичне зображення кульового млина з деякими елементами ЦСЗ не наведеними на рис.2.1 для розуміння процесу роботи ЦСЗ в цілому.

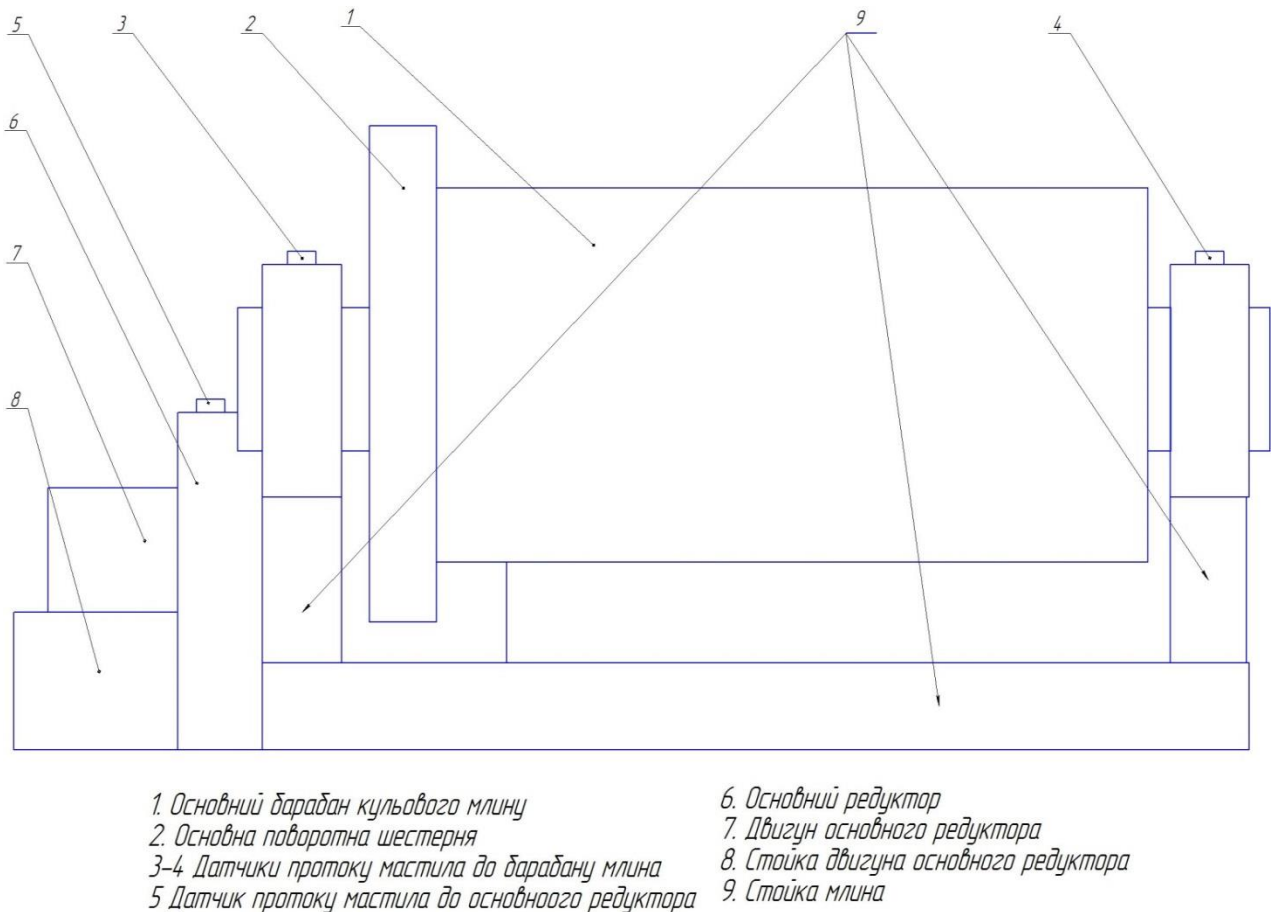


Рисунок 2.2 – Структурна схема елементів млина з елементами ЦСЗ

Основний барабан (поз.1) встановлений на стойку (поз.9) з основною поворотною шестернею (зубчастим вінцем – поз.2) приводиться у рух за

допомогою двигуна (поз.7) який стоїть на стойці (поз.8), що приєднується до зубчастого вінця через редуктор (поз.6).

Мастило у поступає у механічні системи кульового млина у трьох точках (дві точки зверху валу основного барабану та зверху редуктору основного двигуна). Відповідно датчики потоку, що контролюють рівень потоку мастила, а також служать для оповіщення у випадку обриву шлангів нагнітання мастила (проток буде нульовим) розташовані у місцях входу шлангів відповідно до точок валу (поз.3 та поз.4) та зверху редуктора (поз.5). Контроль потоку відкачування контролюється реле «сухого ходу» насосу відкачування (якщо потік є – контакти замкнуті, якщо немає – розімкнуті) та додатково можна відстежити за рахунок зменшення рівня мастила у баку датчиком відстані.

Розроблена структурна схема модулю контролю мастила наведена на рис.2.3.

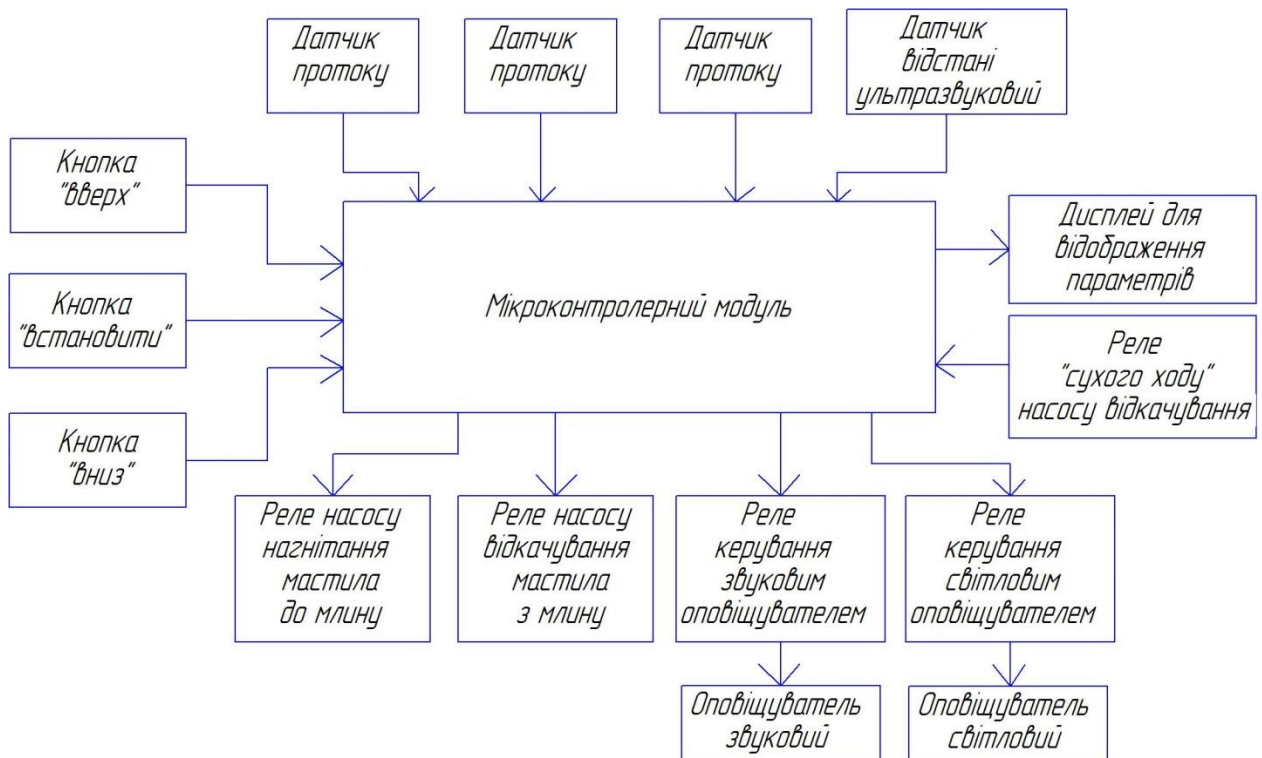


Рисунок 2.3 – Структурна схема модулю контролю рівня мастила з оповіщенням

Центральним елементом модулю контролю є мікроконтролерний модуль, який отримує сигнали з датчиків та кнопок та керує реле та пристроями виводу.

В нормальному режимі насоси нагнітання та відкачування включені. Дані про відстань до поверхні мастила у баку передаються мікроконтролерному блоку з ультразвукового датчику відстані та виводяться на дисплей. В залежності від цієї відстані мікроконтролерний модуль приймає рішення про режими роботи насосів – який включити, а який виключити.

Дані про рівень потоку та наявність потоку у шлангах нагнітання мастила до механізмів млину поступають до мікроконтролерного модуля та відбувається контроль рівня потоку раз на 10 секунд, та якщо у якого з датчиків за цей час проток був нульовий на дисплей видається повідомлення про помилку, а також на 2 секунди вмикаються реле звукового та світлового оповіщувачей.

Для контролю наявності потоку через насос для відкачування контролюються контакти «реле сухого ходу» насосу відкачування у випадку, якщо він програмно ввімкнений.

У випадках коли рівень масла занадто високий або занадто низький модуль виводить повідомлення на дисплей та через реле вмикає звукове та світлове оповіщення.

Межові значення максимального та мінімального робочого рівня мастила у баку користувач має можливість задати за допомогою кнопок «вверх», «вниз» та «встановити» з відображенням режиму налаштування на дисплеї. Також є можливість налаштування часу затримки вмикання насосу після його вимикання для запобігання виходу його з ладу при швидкій зміні режимів на межових значеннях рівня заповнення баку.

2.2 Вибір елементів та створення комутаційної схеми

Оскільки конструкція модулю контролю має бути як умога більш простішою та недорогою при виборі елементів перевага віддавалась елементам, що мають прості методи керування та налаштування та невелику ціну.

У якості мікроконтролерного модулю було обрано модуль Arduino Nano – він має невеликий розмір та ціну при тому забезпечує необхідну кількість портів вводу-виводу та має достатню пам'ять програм, оперативну пам'ять та пам'ять даних.

Додатковою перевагою модулю є можливість його перепрограмування без застосування зовнішнього програма тора – достатньо здійснити підключення через USB шнур до роз'єму комп'ютера. Середовище розробки програмного забезпечення безкоштовне та має велику кількість безкоштовних бібліотек для різних датчиків, пристроїв виводу. Мікроконтролер на базі якого побудований модуль має відкриту архітектуру, що дозволяє створювати власні бібліотеки модулів та вносити зміни в існуючі прискорюючи та оптимізуючи при цьому кінцевий програмний код пристрою.

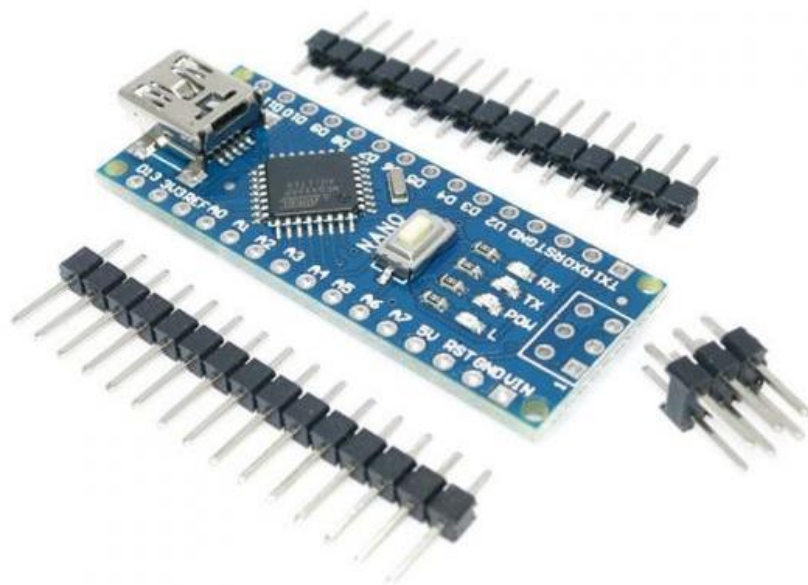


Рисунок 2.4 – Модуль Arduino Nano

Одним з важливих елементів модулю, що розробляється є ультразвуковий датчик відстані. При виборі датчику дорогі датчики були відразу відкинуті та вибір було зроблено між датчиками A01NYUB та JSN-SR04T. Вони мають доступну ціну при необхідній точності та водонепроникні, що дуже важливо у нашому випадку.



Рисунок 2.5 – Водонепроникний ультразвуковий датчик A01NYUB



Рисунок 2.6 – Водонепроникний ультразвуковий модуль JSN-SR04T

При порівнянні цих датчиків вибір було зупинено на датчику JSN-SR04T оскільки він має меншу сліпу зону (20см у порівнянні 28см у A01NYUB) та протокол обміну дозволяє підключати виводу керування к будь яким цифровим портам контролеру на відміну від протоколу UART, що

потрібен для програмування мікроконтролерного модуля (отже кожен раз треба б було при програмуванні його від'єднувати) та аналізу даних на комп'ютері під час відлагодження системи.

У якості датчиків потоку було обрано модуль YF-S201 на основі датчика Хола. У цього датчика кількість рідини, що протікає через нього прямо пропорційна кількості імпульсів на виводі даних. Для підключення датчику до мікроконтролера достатньо одного виводу, що дозволяє зекономити порти вводу-виводу для підключення інших пристроїв без використання додаткових шифраторів/дешифраторів, драйверів, мультиплексорів тощо.

Крім того напруга живлення датчика співпадає з напругою живлення мікроконтролерного модуля, а отже немає необхідності реалізовувати додаткове живлення.



Рисунок 2.7 – Датчик потоку рідини YF-S201

Діаметр датчику було обрано 1/2 дюйма оскільки шланги нагнітання мастила у кульовий млин мають саме такий діаметр.

Для контролю потоку через насос відкачування мастила з млину (відкачування відбувається через один шланг та немає потреби реєструвати кількість відкачаного мастила) було прийнято рішення використати «реле

сухого ходу» яке працює за принципом кнопки. При протіканні через нього мастила (або іншої рідини) контакти закорочуються, а при відсутності потоку контакти розмикаються. Крім того обране «реле сухого ходу» значно дешевше датчиків потоку та не потребує взагалі деякого живлення.



Рисунок 2.8 – Обране «реле сухого ходу»

Для відображення поточних значень параметрів, а також налаштувань користувача та виведення повідомлень про помилки було обрано лінійку сьомисегментних індикаторів з чотирьох індикаторів червоного кольору з загальним драйвером TM1637 з шиною керування I²C.

Причиною вибору була невелика ціна, добра видимість символів на відстані та у темну частину доби та шина керування яка використовує лише 2 керуючих вивода для всіх 4х знакоміць індикатору, що суттєво скорочує використані в мікроконтролері порти вводу-виводу.

Характеристики:

- Драйвер дисплея: TM1637;
- Кількість знакоміць: 4 семисегментні цифри і розділові точки із загальним анодом;
- Колір світіння: червоний;
- Підключення: 4 контакта підключення;
- Регулювання яскравості: 8 рівнів яскравості;
- Логічні рівні 5В або 3.3В;

- Струм споживання: до 80 мА;
- Кріплення дисплея: 4-ма гвинтами М2.



Рисунок 2.9 – LED-індикатор семисегментний червоний 4-розрядний з I2C драйвером TM1637

Для керування навантаженнями, що живляться від мережі змінного струму (насоси, оповіщувателі) треба використовувати реле. За для зменшення часу та спрощення процесу розробки було прийнято рішення про використання готових релейних модулів, що вже мають необхідні елементи обв'язки та керуються напряму з мікроконтролера сигналом TTL рівня.

При виборі готових модулів було розглянуто наступні три (рис.2.10 - рис.2.12).



Рисунок 2.10 – 4-х канальний модуль реле 5В 10А



Рисунок 2.11 – Модуль потужного реле 5В 30А з опторозв'язкою



Рисунок 2.12 – Потужний 4-х канальний модуль твердотільного реле 24-380VAC в 3-32VDC 5А

Оскільки було визначено, що живлення насосів відбувається напругою 380В, а отже їх підключення має відбуватись не напряму через реле, а за допомогою пускачів, то їх потужність при виборі реле можна не враховувати. Отже на вибір реле впливає лише потужність оповіщувателів, струм через яких не буде перевищувати 10А.

Тому вибір зупинився на модулі з рис.2.10, оскільки він має невелику вартість, виконано однією збіркою та присутні опторозв'язки для захисту від зворотної електромагнітної завади.

Оскільки на ділянці, де встановлюється кульовий млин живлення відбувається від мережі змінного струму 380В потрібно продумати живлення модулю, що розробляється.

По перше схему необхідно захистити від перегорання за допомогою трифазного автомату змінної напруги. Було обрано автоматичний вимикач УкрЕМ ВА-2001 оскільки він забезпечує необхідний захист при обраних потужностях, що приєднуються до модуля.



Рисунок 2.13 – Автоматичний вимикач УкрЕМ ВА-2001

Автоматичний вимикач УкрЕМ ВА-2001 3р 25А 3 бкА АсКо 3-полюсний А0010010045 є механічним комутаційним апаратом, який може включати, проводити і відключати струми при нормальному стані мережі. Автоматичний вимикач УкрЕМ ВА-2001 3р 25А 3 бкА АсКо 3-полюсний

A0010010045 служить для захисту силових і освітлювальних електричних ланцюгів, вирішить проблеми безпеки Вашої електромережі не тільки від тривалого перевантаження, але і від короткого замикання.

Використовується для захисту побутових електромереж та електропостачання. Повністю захищений від випадкового торкання до струмоведучих частин. Легко монтується в електричні розподільні щити на dīn-рейку.

Реалізована можливість приєднання різних додаткових контактів і пристроїв.

Більшість блоків живлення постійної напруги розраховані на вхідну напругу 220В – отже нам необхідно було забезпечити отримання 220В змінної напруги з 380В.

Живлення відбувається шляхом підключення однієї фази напруги 380В та загального проводу – таким чином на вході модуля отримується 220В.

Отримані 220В було розведено на реле оповіщувателів та на блок живлення плати керування.

У якості блока живлення плати керування було обрано MN-25-12-2.08A оскільки від забезпечує необхідну потужність, стабільність та має зручну для встановлення в модуль керування форму.

Технічні характеристики MN-25-12-2.08A:

- Тип блоку живлення: імпульсний
- Розміри корпусу: 78 × 49 × 22 мм
- Робоча напруга: 220 В
- Вихідна напруга: 12 В
- Вихідний струм: 2 А
- Потужність: 25 Вт



Рисунок 2.14 – Блок живлення MN-25-12-2.08A стабілізований імпульсний 12V, 2A.

Оскільки живлення логічних елементів плати здійснюється від напруги 5В на платі необхідно реалізувати зниження напруги з 12В, що видає блок живлення MN-25-12-2.08A до 5В. Для цієї задачі запропоновано встановити два стабілізатора напруги. Стабілізатор 7808, що знизить напругу до 8В, та стабілізатор 7805, що буде підключений до виходу 7808 та знизить напругу до 5В. Встановлення двох стабілізаторів замість одного 7805 (за документацією 7805 може знижувати напругу до 5В з напруги до 15В) обумовлено тим, що при зниженні з 12В до 5В одним стабілізатором можливий його перегрів та вихід з ладу.

Додатково на схемі живлення введені фільтруючі конденсатори для згладжування пульсацій джерела. Конденсатори встановлюються на входах та виходах стабілізаторів.

Оскільки насоси працюють від змінної напруги 380В, що заходить в щиток та з метою уникнення перевантаження реле запуск насосів треба проводити через пускачі, що будуть керуватися реле. Для насосу нагнітання було обрано пускач ПМ 1-18-10 С7 36В (рис.2.15), а для насосу відкачування пускач КМИ-10910 (рис.2.16).



Рисунок 2.15 – ПМ 1-18-10 С7 36В

Магнітний пускач ПМ 1-12-01 220В 12А АскоУкрем - це електричний прилад використовується для запуску, зупинки та безперервної роботи електродвигунів. Розмикання і змикання контактів магнітного пускача здійснюється за допомогою електромагніту. Його компактні розміри дозволяють заощадити місце в електричному щиті.

Використовуються для пуску, зупинки та реверсування асинхронних електродвигунів з короткозамкнутим ротором.

Характеристики

Виробник АСКО-УкрЕМ

Напруга котушки, В 220

Номинальний струм 12

Сигнальні контакти 1NC розмикаючий

Країна-виробник товару Китай

Гарантія, міс 12

Термін доставки 3 дні

Тип Без корпусу



Рисунок 2.16 – Пускач-контактор КМИ-10910 9А 220В/АС3 1з (НО)
ІЕК

Малогабаритні контактори змінного струму загальнопромислового застосування КМІ на струм навантаження від 9 до 95 А призначені для пуску, зупинки і реверсування асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором на напругу до 660 В (категорія застосування АС-3), а також для дистанційного керування ланцюгами освітлення, нагрівальними ланцюгами і різними малоіндуктивними навантаженнями (категорія застосування АС-1). Всі виконання на струм навантаження до 40 А мають одну групу замикаючих

або спорогенезів додаткових контактів. Виконання на струм навантаження понад 40 А - дві групи (що замикає й розмикає).

Область застосування малогабаритних контакторів серії КМІ - управління вентиляторами, насосами, тепловими завісами, печами, кран-балками, станками, освітленням, в системах автоматичного введення резерву (АВР).

За своїм конструктивним і технічним характеристикам контактори малогабаритні серії КМІ відповідають вимогам міжнародних і вітчизняних стандартів.

Номинальний струм, А - 9

Напруга котушки управління, В - 220

Спосіб монтажу - DIN рейка

Особливість - 1 додатковий нормально відкритий контакт.

2.3 Розробка конструкції модулю

Наступним етапом дипломного проекту була розробка конструкції модулю керування.

Друкована плата була розроблена в програмі SprintLayout (рис.2.17).

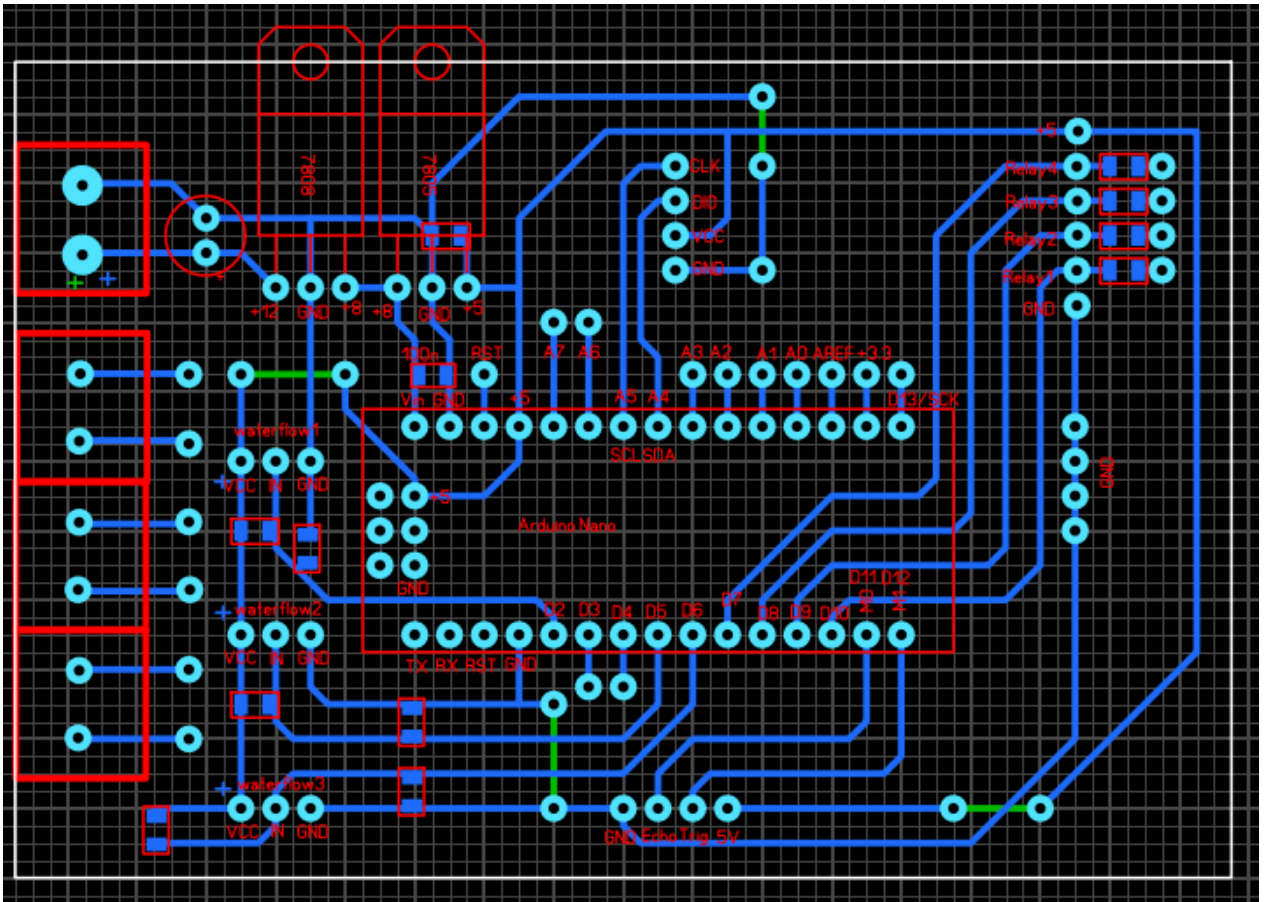


Рисунок 2.17 – Рисунок друкованої плати розробленої в SprintLayout

Розмір друкованої плати 90х60мм.

Фото розробленої та виготовленої плати з встановленими елементами наведено на рис.2.18.

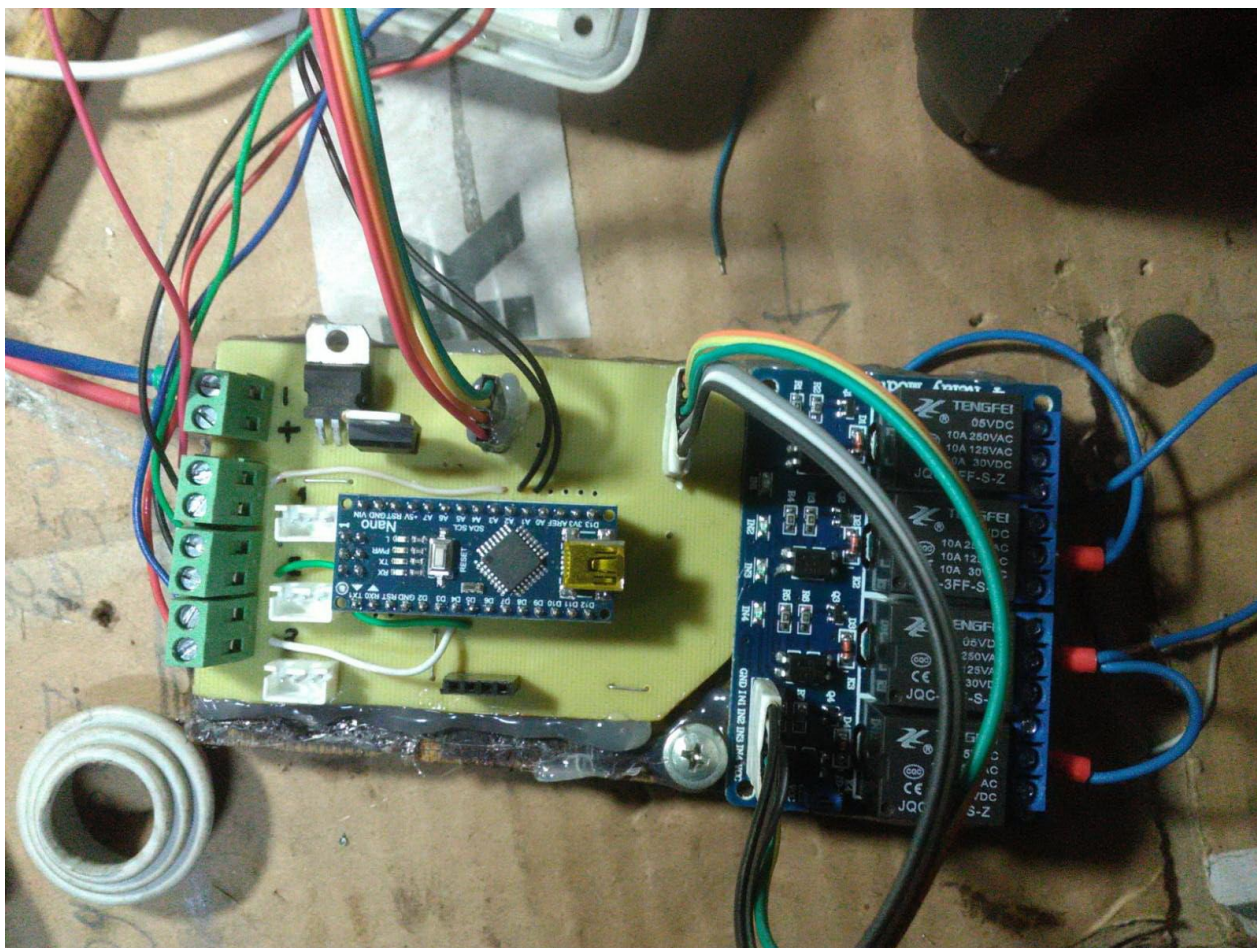


Рисунок 2.18 – Фото розробленої та виготовленої плати з встановленими елементами

У якості корпусу для електронних компонентів модуля було обрано базову несучу конструкцію (електричну коробку з поліпропілену) з подальшим вирізанням отворів для дисплею та кнопок (рис.2.19-2.20).

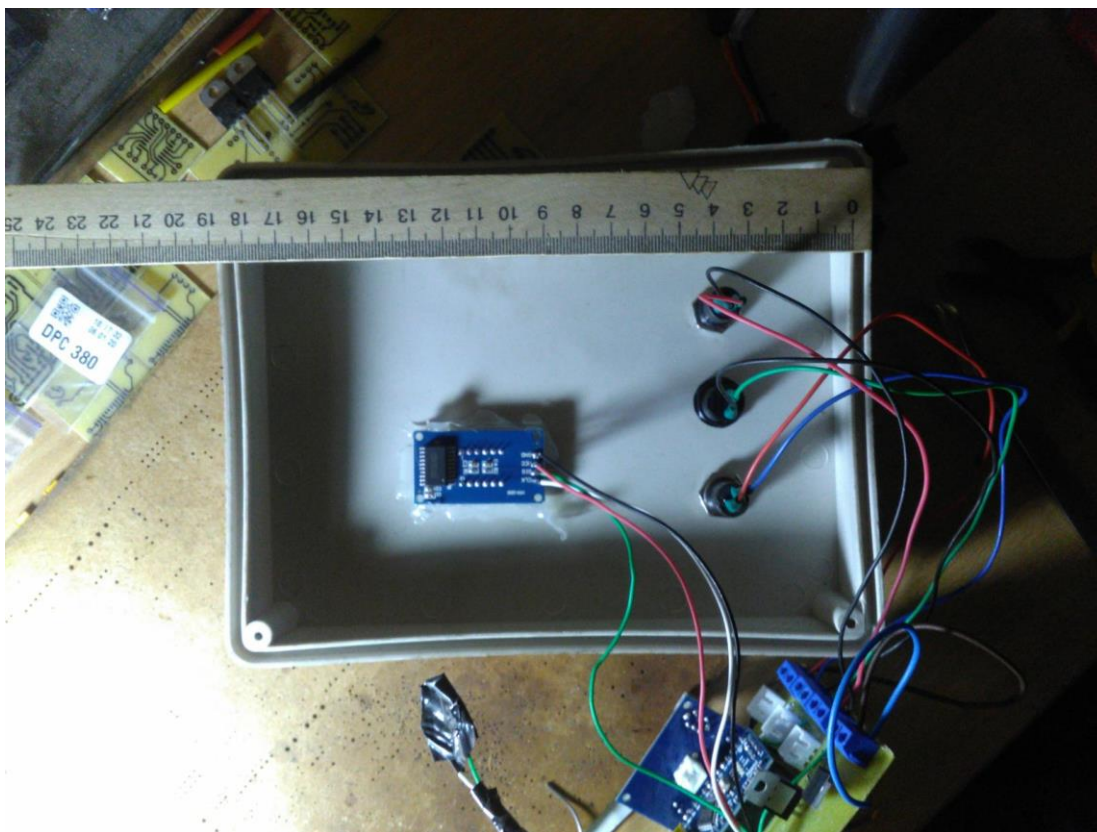


Рисунок 2.19 – Кришка корпусу з отворами для кнопок та дисплею (розміри по горизонталі)

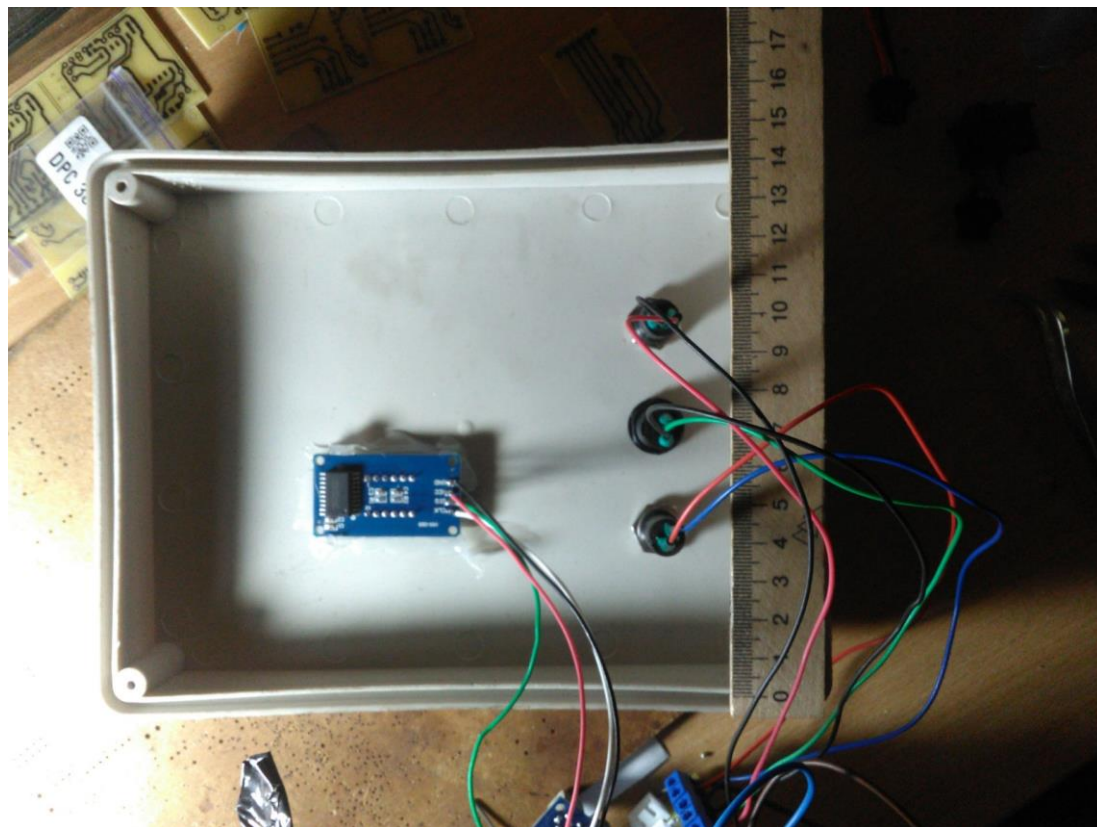


Рисунок 2.20 – Кришка корпусу з отворами для кнопок та дисплею (розміри по вертикалі)

Наступним етапом розробки конструкції модуля було вибір корпусу для монтажу коробки з керуючими елементами та силовими елементами. Для цього було обрано електротехнічну стандартну шафу та проведено монтаж як наведено на рис.2.21-2.22.

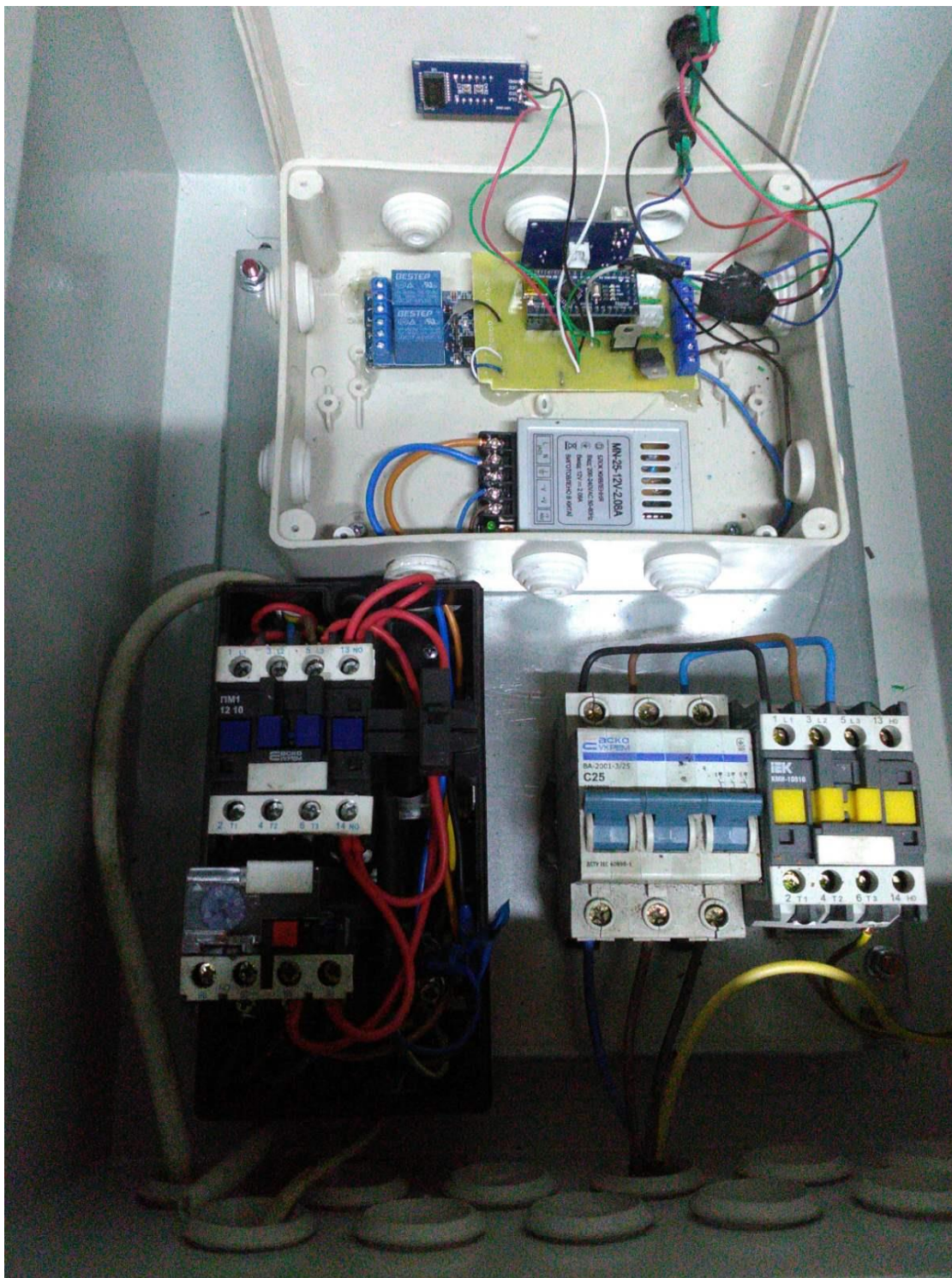


Рисунок 2.21 – Монтаж елементів системи в електротехнічну шафу (відкрита кришка коробки з керуючими елементами)

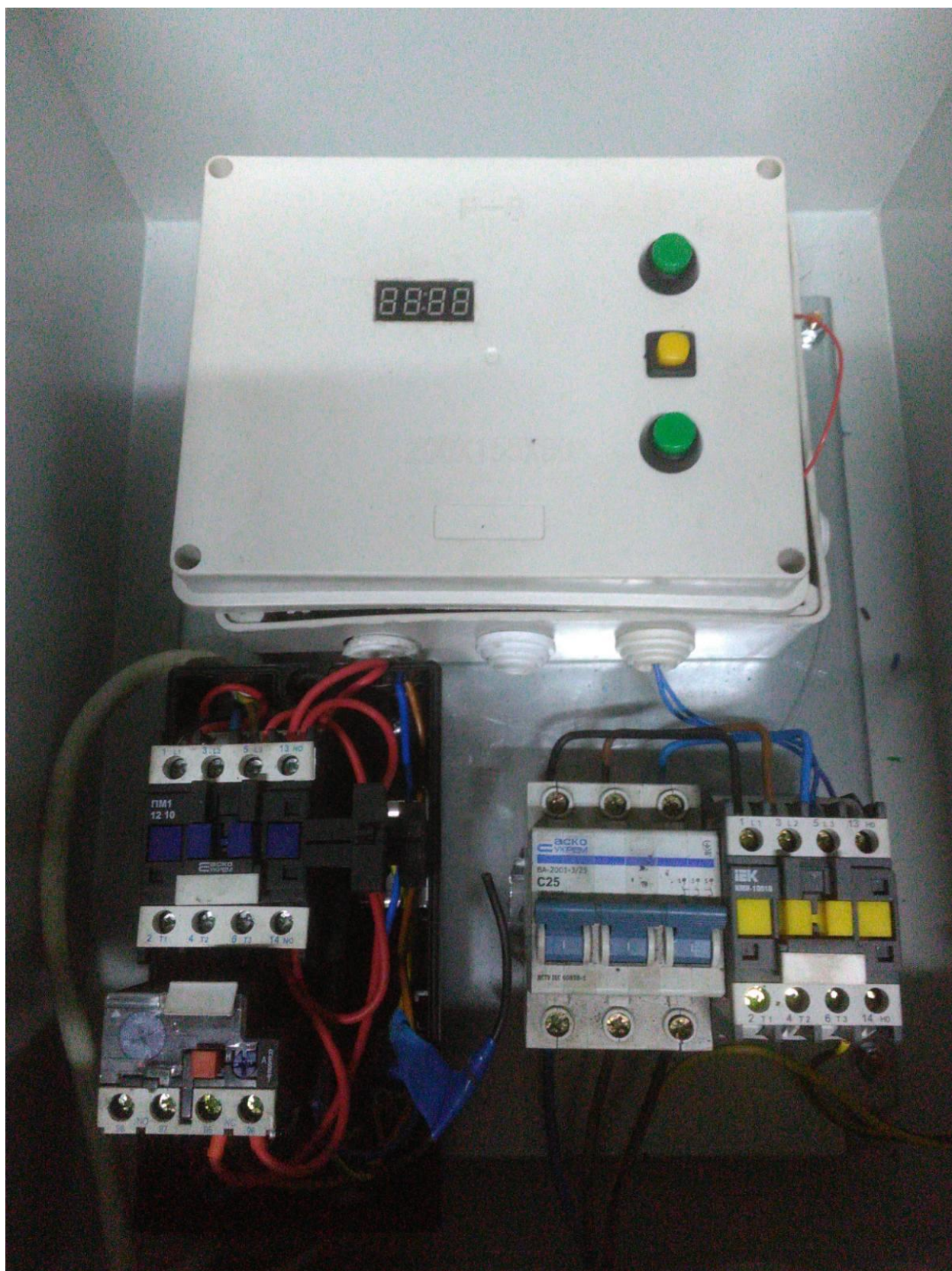


Рисунок 2.22 – Монтаж елементів системи в електротехнічну шафу (ліцева сторона коробки з керуючими елеентами)



Рисунок 2.23 – Вигляд шафи зовні

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

При написанні коду першочергово підключаємо бібліотеки по роботі з обладнанням.

У нас використовуються:

- дисплей з драйвером TM1637.h (бібліотека TM1637.h);
- пам'ять даних для зберігання налаштувань (бібліотека avr/eeprom.h);
- та сторожовий таймер для забезпечення захисту від зависання

програми (бібліотека avr/wdt.h).

Інші модулі не потребують використання бібліотек та робота з ними відбувається за допомогою стандартних процедур мови C у середовищі Arduino IDE.

Код підключення бібліотек:

```
#include "TM1637.h" //бібліотека по роботі з дисплеєм
#include <avr/eeprom.h> //Підключаем бібліотеку по роботі з ППЗУ
#include <avr/wdt.h> //підключаем бібліотеку по роботі со сторожовим таймером
```

Наступним кроком при написанні програми є прив'язка назв виводів підключених пристроїв до номерів контактів плати Arduino Nano.

Задаємо контакти підключення дисплею (виводи A4 та A5 в Arduino Nano за замовчуванням використовуються для роботи з шиною I²C):

```
#define CLK A5
#define DIO A4
```

Задаємо контакти підключення реле, що керують насосами та оповіщувачами. Вказуємо контакти згідно з'єднань на друкованій платі:

```
#define Relay1 10
#define Relay2 9
#define Relay3 8
#define Relay4 7
```

Задаємо контакти отримання імпульсів підключення датчиків протоку згідно з'єднань на друкованій платі:

```
#define IN1 2
#define IN2 5
```

```
#define IN3 6
```

Задаємо контакти ультразвукового датчика (керуючими його контактами є контакт відсилання ультразвукового імпульсу та контакт отримання відбитого від перешкоди сигналу):

```
#define Echo 11
```

```
#define Trig 12
```

Задаємо контакти підключення кнопок відповідно до з'єднань на друкованій платі:

```
#define SETKey 4 //кнопка подтверждения
```

```
#define UPKey 3 //кнопка вверх
```

```
#define DOWNkey 17 //A3//кнопка вниз
```

Для швидкої зміни контактів реле насосів та оповіщувачів задаємо порядок підключення через визначення констант:

```
#define NasosOUT Relay3
```

```
#define NasosIN Relay4
```

```
#define Buzzer Relay1
```

```
#define Lamp Relay2
```

Задаємо крок паузи між зупиненням та пуском насосів. Кількість таких кроків вказується в налаштуваннях в пам'яті даних:

```
#define EnginePause 15
```

Повний текст програми наведено у додатку А.

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті було розроблено модуль контролю подавання охолоджуючого і змащуючого мастила в механізми кульового млина.

Розроблений модуль дозволяє:

- контролювати рівень мастила в розширювальному баку ЦСЗ;
- налаштовувати робочий рівень мастила в розширювальному баку ЦСЗ;
- контролювати рівень потоку через три шланги нагнітання мастила в млин;
- контролювати наявність потоку через насос відкачування;
- керувати роботою насоса нагнітання мастила;
- керувати роботою насоса відкачування мастила;
- за допомогою звукового і світлового оповіщення дізнаватись про аварійні і позаштатні ситуації роботи ЦСЗ.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Справочник по обогащению руд: обогатительные фабрики / Под ред. О.С. Богданова. – М.: Недра, 1994. – т.4 – 346 с.
2. Кочура Е.В. Метод автоматического контроля массовой доли железа в концентрате магнитного сепаратора / Кочура Е.В., Ислам Абдельхамид Юсеф Аль Бостанжи // Науковий вісник НГУ – Дніпропетровськ, 2005. – №10. – С. 86–89.
3. Кочура Е.В. Моделирование процесса раскрытия руды в шаровой мельницу с позиции задач управления / Кочура Е.В., Фарис Самир Расми Альхури // Науковий вісник НГУ – Дніпропетровськ, 2013. – №1. – С. 102–107.
4. Бауман В.А. Мехоборудование предприятий строительных материалов: Учеб. для вузов. – М.: 1981. – 324 с.
5. Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. -Электрон. дан. -СПб. : Лань, 2015. -309 с.
6. В.Я. Борщев Оборудование, для измельчения материалов: дробилки и мельницы. Учебное пособие. Тамбов: Издательство Тамбовского Технического Университета, 2004. 75с
7. Сивко В.Й. Механічне обладнання підприємств будівельних виробів. — К.: Вища шк., 1994.— 364 с.
8. Дезінтеграція мінеральних ресурсів: монографія / Сокур М. І., Кіяновський М. В., Воробйов О. М., Сокур Л. М., Сокур І. М.—Кременчук: видавництво ПП Щербатих О. В., 2014.—304 с.
9. Технология производства цемента. Режим доступа: http://www.gvozd.ru/technolog_cem.html
10. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности / П.М. Сиденко. –2-е издание, перераб. –М., «Химия», 1977. –368с.

11. Кульовий барабанний млин [Текст]: ПатентNo88935, Україна, МПК B02 C17/10/: Шаповалов К.П., Мартиненков С.Л., Петров А.Г., Токарев О.О., Вовненко Е.Н., Токарев Ю.А. –Опубл. 10.04.2014, Бюл No7.

12. Щербина В.Ю. "Моделювання процесу сепарації в циклонних вихрових апаратах". Вісник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2019.No1(18).с. 40-51. DOI: <https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2019.171037>

13. Щербина В.Ю., Швачко Д.Г. Підвищення енергоефективності обертових теплових агрегатів. Вчені записки Таврійського Національного університету імені В.І.Вернадського Серія: Технічні науки 2018. Том 29 (68).Ч.2. No 4, ст. 68-72. URL: http://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/4_2018/part_2/15.pdf

ДОДАТОК А – ТЕКСТ ПРОГРАМИ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО МОДУЛЯ

```

#include "TM1637.h" //библиотека по работе с дисплеем
#include <avr/eeprom.h> //Подключаем библиотеку по работе с ППЗУ
#include <avr/wdt.h> //подключаем библиотеку по работе со сторожевым таймером
//-----

//определяем контакты подключения дисплея
#define CLK A5
#define DIO A4

//определяем контакты подключения реле
#define Relay1 10
#define Relay2 9
#define Relay3 8
#define Relay4 7

//определяем контакты подключения датчиков пролива
#define IN1 2
#define IN2 5
#define IN3 6

//ультразвуковой датчик
#define Echo 11
#define Trig 12

//кнопки
#define SETKey 4 //кнопка подтверждения
#define UPKey 3 //кнопка вверх
#define DOWNkey 17 //A3//кнопка вниз

//определяем контакты насосов, оповещателя и сигнальной лампы
#define NasosOUT Relay3 //насос выкачивающий масло с редуктора
#define NasosIN Relay4
#define Buzzer Relay1
#define Lamp Relay2
#define EnginePause 15

//контакты реле сухого хода насоса откачки масла с редуктора
#define ReductOUT 16//A2
#define ReductIN 15//A1

//питающий вывод датчика расстояния для его перезагрузки
#define SensorPlus 14//A0
//-----

TM1637 disp(CLK, DIO); //создаем объект дисплея
unsigned int HiDist=20; //расстояние до верхней границы масла
unsigned int LowDist=150; //расстояние до нижней границы масла

```

```

unsigned int RelayOFFPause=2; //пауза после включения в кол-ве *30 секунд (2*30=60 секунд)
int Dist=30; //текущее расстояние до масла
bool NasosOUTStarted=false; //признак включения насоса выкачки масла с редуктора
bool NasosINStarted=false; //признак включения насоса выкачки масла с системы (из мельницы в бак)
long NasosTimeOFF; //переменная хранящая момент выключения насоса
long NasosTimeON; //переменная хранящая текущий момент для проверки сколько прошло времени
после выключения
bool Flow1=false; //состояние датчика пролива (есть проток или нет протока)
bool Flow2=false;
bool Flow3=false;
long FlowTestStart=0;
long FlowTestStop=0; //засекаем время для тестирования датчиков пролива
bool FOne1=false;
bool FOne2=false;
bool FOne3=false;
bool NeedLog=true; //необходимость вывода лога в порт
long ReductStop; //время начала остановки насоса откачки из редуктора при отсутствии давления
long ReductStart; //текущее время чтоб включить насос после выключения
int DistArr[10]={0,0,0,0,0,0,0,0,0,0};
int er0cnt=0;
//-----
void setup(){
  //настройка выводов
  pinMode(SensorPlus,OUTPUT);
  pinMode(Relay1, OUTPUT);
  pinMode(Relay2, OUTPUT);
  pinMode(Relay3, OUTPUT);
  pinMode(Relay4, OUTPUT);
  pinMode(IN1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(IN2, INPUT_PULLUP);
  pinMode(IN3, INPUT_PULLUP);
  pinMode(SETKey, INPUT_PULLUP);
  pinMode(UPKey, INPUT_PULLUP);
  pinMode(DOWNkey, INPUT_PULLUP);
  pinMode(Echo, INPUT);
  pinMode(Trig, OUTPUT);
  pinMode(ReductIN, INPUT_PULLUP);
  pinMode(ReductOUT, OUTPUT);
  //подаем питание на датчик расстояния
  digitalWrite(SensorPlus,HIGH);
  //инициализация дисплея
  disp.init();

```

```

disp.set(BRIGHT_TYPICAL);//BRIGHT_TYPICAL = 2,BRIGHT_DARKEST = 0,BRIGHTTEST = 7;
disp.clearDisplay();
//запуск порта
Serial.begin(9600);
//читаем настройки расстояний
ReadSetings();
SetsToPort();//вывод настроек в порт
//выводим приветствие
disp.displayStr(" 0N ");
NasosINOFF();
BuzzerOFF();
LampOFF();
NasosOUTOFF();
delay(2000);
NasosINON();//включаем насос откачки масла из системы
NasosOUTON();//включаем насос выкачивающий масло с редуктора
BuzzerOFF();
LampOFF();
FlowTestStart=millis();
digitalWrite(ReeductOUT,HIGH);
wdt_enable(WDTO_8S); // разрешение работу сторожевого таймера с тайм-аутом 8 сек
// attachInterrupt(0, FlowCounter, RISING); //прерывание по переднему фронту (RISING) на входе 2
(int 0) - в нашем случае (OilControl.lay6) разъем ближе к кренкам, после прерывания процедура FlowCounter
}
//-----
void(* resetFunc) (void) = 0;//объявляем функцию reset с адресом 0
//-----
void loop(){
// TempTest();
wdt_reset(); // сброс сторожевого таймера
//читаем расстояние до масла
Dist=ReadUSensorAv();
if (NeedLog) {
Serial.print(Dist);
Serial.println(" cm");
}
if (Dist>0) {TestDist();//сравниваем расстояние до масла, оповещаем пользователя и управляем
двигателями
disp.displayNum(Dist); //вывод числа
er0cnt=0;}
else { disp.displayStr("Er 0");
er0cnt++;

```

```

if (er0cnt>7) {resetFunc(); }//вызываем reset
if (NeedLog) {Serial.println("Er 0");}
// delay(100);
// pinMode(Echo, OUTPUT);//выводим датчик из зависания (кратковременно эхо на землю)
// digitalWrite(Echo, LOW);
// delay(100);
// pinMode(Echo, INPUT);
digitalWrite(SensorPlus,LOW);
delay(1000);
digitalWrite(SensorPlus,HIGH);
}
//проверяем есть ли прокачка масла с редуктора
//если нет давления выкачки с редуктора - отключаем насос и засекаем время отключения
if (Reductor()) {
  if (NasosOUTStarted) {ReductStop=millis();}//засекаем время остановки
  NasosOUTOFF();
  if (NeedLog) {Serial.println("Nasos Reductor OFF");}
}
else {NasosOUTON(); if (NeedLog) {Serial.println("Nasos Reductor ON");}}
//если с момента остановки насоса откачки с редуктора прошло 30 секунд - включаем насос и
проверяем появилось ли давление
if (!NasosOUTStarted) {
  ReductStart=millis();
  if (NeedLog) {Serial.print("ReductStart: "); Serial.println(ReductStart);}
  if (NeedLog) {Serial.print("ReductStop: "); Serial.println(ReductStop);}
  if (NeedLog) {Serial.print("Time From Stop: "); Serial.println(ReductStart-ReductStop);}
  if ((ReductStart-ReductStop)>30000) {
    NasosOUTON();
    if (NeedLog) {Serial.println("Nasos Reductor Started");}
    wdt_reset(); // сброс сторожевого таймера
    delay(3000);
    wdt_reset(); // сброс сторожевого таймера
    delay(2000);
  }
}
//проверяем датчики пролива
FlowTestStop=millis();
if ((FlowTestStop-FlowTestStart)>10000) {
  if (!Flow1) {
    if (NeedLog) {Serial.println("No 1st flowsensor");}
    disp.displayStr("Er 1");
    BuzzerON();
  }
}

```

```

LampON();
wdt_reset(); // сброс сторожевого таймера
delay(2000);
BuzzerOFF();
LampOFF();
}
if (!Flow2) {
  if (NeedLog) {Serial.println("No 2nd flowsensor");}
  disp.displayStr("Er 2");
  BuzzerON();
  LampON();
  wdt_reset(); // сброс сторожевого таймера
  delay(2000);
  BuzzerOFF();
  LampOFF();
}
if (!Flow3) {
  if (NeedLog) {Serial.println("No 3rd flowsensor");}
  disp.displayStr("Er 3");
  BuzzerON();
  LampON();
  wdt_reset(); // сброс сторожевого таймера
  delay(2000);
  BuzzerOFF();
  LampOFF();
}
Flow1=false;
Flow2=false;
Flow3=false;
FlowTestStart=millis();
}

```

FSensors();//проверка ниличия импульса на датчиках и установка соответствующих переменных-признаков

```

if (NeedLog) {
  if (NasosINStarted) {Serial.println("Nasos Started");}
  else {Serial.println("Nasos Stoped");}
}
//проверяем нажатия кнопок
//проверяем вход в режим настроек верхней и нижней границы
if ((UPButPushed())&&(DOWNButPushed())) {SetupMode();}

```

```

    delay(20);
}
//-----
//проверяем есть ли прокачка масла с редуктора
bool Reductor(){
    bool btemp=false;
    digitalWrite(ReductOUT,LOW);
    delay(1);
    if (digitalRead(ReductIN)==HIGH) {btemp=true;}
    digitalWrite(ReductOUT,HIGH);
    return btemp;
}
//-----
//проверка ниличия импульса на датчиках и установка соответствующих переменных-признаков
void FSensors(){
    /* if (digitalRead(IN1)==HIGH) { FOne1=true; }
    if (digitalRead(IN2)==HIGH) { FOne2=true; }
    if (digitalRead(IN3)==HIGH) { FOne3=true; }
    if ((digitalRead(IN1)==LOW)&&(FOne1)) { Flow1=true; FOne1=false;}
    if ((digitalRead(IN2)==LOW)&&(FOne2)) { Flow2=true; FOne2=false;}
    if ((digitalRead(IN3)==LOW)&&(FOne3)) { Flow3=true; FOne3=false;} */
    if (digitalRead(IN1)==LOW) { Flow1=true; }
    if (digitalRead(IN2)==LOW) { Flow2=true; }
    if (digitalRead(IN3)==LOW) { Flow3=true; }
    return;
}
//-----
//сравниваем расстояние до масла и оповещаем пользователя
void TestDist(){
    unsigned long StopPause;
    unsigned long NeedPause;
    long DistAv=0;
    int n=0;
    for (int i=8; i>=0; i--) {
        DistArr[i+1]=DistArr[i];
        DistAv+=DistArr[i+1];
        if (DistArr[i+1]>0) {n++;}
        if (NeedLog) {
            Serial.print(" ");
            Serial.print(DistArr[i+1]);
        }
    }
}

```

```

}
if (NeedLog) {
  Serial.print(" n=");
  Serial.println(n);}
DistArr[0]=Dist;
DistAv+=Dist;
if (n>0) {DistAv=DistAv/(n+1);} else {DistAv=Dist;}
if (NeedLog) {
  Serial.print("DistAv: ");
  Serial.println(DistAv);
}
if (DistAv>200) {
  if (NeedLog) {Serial.println("Dist>2m");}
  return;} //значит получили явную ошибку с датчика (не может быть масло больше 2м)
NasosTimeON=millis(); //смотрим текущее время и сравниваем с начала отключения насоса
StopPause=NasosTimeON-NasosTimeOFF;
NeedPause=RelayOFFPause*EnginePause*1000;
if (StopPause<0) {goto TestErr4;}
if (!(NasosINStarted)&&(StopPause<NeedPause)) {
  if (NeedLog) {Serial.print("Nasos Time of Waiting ");
  Serial.print(NasosTimeOFF);
  Serial.print(" ");
  Serial.print(NasosTimeON);
  Serial.print(" ");
  Serial.print(StopPause);
  Serial.print(" Need:");
  Serial.println(NeedPause);
}
  return;} //если насос выключен и время отключения еще не прошло - выходим из проверки
TestErr4:
if (DistAv>LowDist) { //если мы находимся ниже нижней границы включаем ошибку и оповещение
  disp.displayStr("Er 4");
  NasosINON();
  BuzzerON();
  LampON();
  if (NeedLog) {Serial.println("Low Oil Level");}
  delay(1000);
  return;
}
//if ((DistAv<HiDist)&&(StopPause>(NeedPause+5000))) { //если масло слишком высоко и включали
мы насос не ранее 5с до этого - отключаем насос выкачки

```

```

    if (DistAv<HiDist) { //если масло слишком высоко и включали мы насос не ранее 5с до этого -
отключаем насос выкачки
        NasosINOFF();
        BuzzerOFF();
        LampOFF();
        NasosTimeOFF=millis(); //засекаем время начала отключения насоса
        if (NeedLog) {Serial.print("High Oil Level ");}
        return;
    }
    //если с расстоянием все нормально дублируем включение насоса и отключение оповещателей
    NasosINON();
    BuzzerOFF();
    LampOFF();
    return;
}

//-----
//режим настройки верхней и нижней границы масла и паузы после отсановки насоса
void SetupMode(){
//выводим верхнюю границу
    disp.displayStr("HSEt");
    delay(1000);
//проверяем нажатия кнопок
testBut1:
    wdt_reset(); // сброс сторожевого таймера
    disp.displayNum(HiDist);
    delay(500);
    if ((UPButPushed())&&(HiDist<250)) {HiDist++; goto testBut1;}
    if ((DOWNButPushed())&&(HiDist>20)) {HiDist--; goto testBut1;}
    if (HiDist>=LowDist) {HiDist=LowDist-1;}
    if (!SETButPushed()) {goto testBut1;}
//выводим нижнюю границу
    disp.displayStr("LSEt");
    delay(1000);
//проверяем нажатия кнопок
testBut2:
    wdt_reset(); // сброс сторожевого таймера
    disp.displayNum(LowDist);
    delay(500);
    if ((UPButPushed())&&(LowDist<250)) {LowDist++; goto testBut2;}
    if ((DOWNButPushed())&&(LowDist>20)) {LowDist--; goto testBut2;}
    if (HiDist>=LowDist) {LowDist=HiDist+1;}
    if (!SETButPushed()) {goto testBut2;}
}

```

```

//выводим паузу после отключения насоса
disp.displayStr("PAuS");
delay(1000);
//проверяем нажатия кнопок
testBut3:
wdt_reset(); // сброс сторожевого таймера
disp.displayNum(RelayOFFPause*EnginePause);
delay(500);
if ((UPButPushed())&&(RelayOFFPause<20)) {RelayOFFPause++; goto testBut3;}
if ((DOWNButPushed())&&(RelayOFFPause>0)) {RelayOFFPause--; goto testBut3;}
if (!SETButPushed()) {goto testBut3;}
SaveSetings();//сохраняем новые настройки в ППЗУ
SetsToPort();//вывод настроек в порт
delay(100);
wdt_reset(); // сброс сторожевого таймера
return;
}
//-----
//вывод настроек в порт
void SetsToPort(){
Serial.print("HighLevel:");
Serial.print(HiDist);
Serial.print(" LowLevel:");
Serial.print(LowDist);
Serial.print(" Stop Pause:");
Serial.println(RelayOFFPause*30);
return;
}
//-----
//читаем ультразвуковой датчик
int ReadUSensor(){
int dur;
FSensors();//проверка ниличия импульса на датчиках и установка соответствующих переменных-
признаков
digitalWrite(Trig, LOW);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(Trig, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(Trig, LOW);
dur = pulseIn(Echo, HIGH);
delay(50);

```

FSensors();//проверка ниличия импульса на датчиках и установка соответствующих переменных-признаков

```

    return dur;
}
//-----
//читаем ультразвуковой датчик - многократные измерения
int ReadUSensorAv(){
    long duration=0;
    int i,cm;
    int dur[5];
    // Serial.print("dur: ");////
    for (i=0; i<5; i++) { //реализуем многократные измерения чтоб отсеять грубые погрешности
        dur[i] = ReadUSensor();
    // Serial.print(dur[i]);////
    // Serial.print(" ");////
        duration=duration+dur[i];
    }
    // Serial.println(" ");////
    //отсеиваем грубые погрешности
    //ищем среднее
    duration = duration/5;
    // Serial.print("Av=");////
    // Serial.println(duration);////
    //ищем оценку среднеквадратичного отклонения
    long s=0;
    for (i=0; i<5; i++) {
        s=s+sq(dur[i]-duration);
    }
    s = sqrt(s/4);
    // Serial.print("S=");////
    // Serial.println(s);////
    //отбрасываем значения для которых разница со средним больше 3s
    long dur2=0;
    int n=0;
    // Serial.print("dur2:");////
    for (i=0; i<5; i++){
        if((dur[i]-duration)<(3*s)) {
            n++;
            dur2=dur2+dur[i];
        // Serial.print(dur[i]);////
        // Serial.print(" ");////
        }
    }
}

```

```

    }
    // Serial.println(" ");////!!
    dur2=dur2/n;
    // Serial.print(dur2);////!!
    // Serial.println(" ");////!!
    cm = dur2 / 58;
    return cm;
}

//-----
//тестируем нажатия кнопок
//кнопка установки
bool SETButPushed(){
    if (digitalRead(SETKey)==LOW) {
        if (NeedLog) {Serial.println("SET Pushed");}
        return true;}
    else {return false;}
}

//кнопка вверх
bool UPButPushed(){
    if (digitalRead(UPKey)==LOW) {
        if (NeedLog) {Serial.println("UP Pushed");}
        return true;}
    else {return false;}
}

//кнопка вниз
bool DOWNButPushed(){
    if (digitalRead(DOWNkey)==LOW) {
        if (NeedLog) {Serial.println("DOWN Pushed");}
        return true;}
    else {return false;}
}

//-----
void ReadSetings(){
    HiDist=eeprom_read_word(0x00);
    LowDist=eeprom_read_word(0x02);
    RelayOFFPause=eeprom_read_word(0x04);
    if ((HiDist<20)||((HiDist>200)) {HiDist=20;} //расстояние до верхней границы масла
    if ((LowDist<20)||((LowDist>200)) {LowDist=150;} //расстояние до нижней границы масла
    if (LowDist<HiDist) {LowDist=HiDist+1;}
    if ((RelayOFFPause<1)||((RelayOFFPause>20)) {RelayOFFPause=2;} //пауза после включения в кол-ве
*30 секунд (2*30=60 секунд)
    return;
}

```

```

}
//-----
void SaveSetings(){
    eeprom_update_word(0x00, HiDist);
    eeprom_update_word(0x02, LowDist);
    eeprom_update_word(0x04, RelayOFFPause);
    return;
}
//-----
void NasosOUTON() {
    digitalWrite(NasosOUT,LOW);
    NasosOUTStarted=true;
    return;
}
//-----
void NasosOUTOFF() {
    digitalWrite(NasosOUT,HIGH);
    NasosOUTStarted=false;
    return;
}
//-----
void NasosINON() {
    digitalWrite(NasosIN,LOW);
    NasosINStarted=true;
    return;
}
//-----
void NasosINOFF() {
    digitalWrite(NasosIN,HIGH);
    NasosINStarted=false;
    return;
}
//-----
void BuzzerON() {
    digitalWrite(Buzzer,LOW);
}
//-----
void BuzzerOFF() {
    digitalWrite(Buzzer,HIGH);
    return;
}
//-----

```

```
void LampON() {
    digitalWrite(Lamp,LOW);
    return;
}
//-----
void LampOFF() {
    digitalWrite(Lamp,HIGH);
    return;
}
//-----
//временный тест кнопок и реле
void TempTest(){
    if (UPButPushed()) {disp.displayStr(" uP "); NasosOUTON(); delay(500);}
    if (DOWNButPushed()) {disp.displayStr(" d0un"); BuzzerON(); delay(500);}
    if (SETButPushed()) {disp.displayStr(" 5Et"); LampON(); delay(500);}
    disp.displayStr("  ");
    NasosOUTOFF();
    BuzzerOFF();
    LampOFF();
    return;
}
//-----
//обработка прерывания по импульсу на входе 2 (датчик пролива №1)
void FlowCounter(){
    Flow1=true;
    return;
}
```

ДОДАТОК Б – ПРЕЗЕНТАЦІЯ