Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»
Інститут Електроенергетики
(інститут)
Електротехнічний факультет
(факультет)
Кафедра електропривода
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Білоконя Андрія Олександровича
(ПІБ)

академічної групи 141-17-7
(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(код і назва спеціальності)

спеціалізації[1] Електромеханічні системи автоматизації та електропривод

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(офіційна назва)

на тему Електропривод насосної установки, що працює від автономного джерела енергії на основі сонячних панелей
(назва за наказом ректора)

Керівники	**Прізвище, ініціали**	**Оцінка за шкалою**		**Підпис**
		рейтинговою	**інституційною**	
Кваліфікаційної роботи	Бешта О.С.			
розділів:				
Спеціальна частина	Балахонцев О.В.			
Охорона праці	Столбченко О. В.			
Техніко-економічне обґрунтування	Тимошенко Л.В.			

Рецензент				

Нормоконтролер	Казачковський М.М.			

Дніпро

2021

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
електропривода
(повна назва)

_____ Казачковський М.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)

«_____»_____20___ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Білоконь А.О. **академічної групи** 141-17-7
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізації[1] Електромеханічні системи автоматизації та електропривод

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(офіційна назва)

на тему Електропривод насосної установки, що працює від автономного джерела енергії на основі сонячних панелей,

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 12.04.2021 № 201-С

Розділ	Зміст	Термін виконання
1. Технологічна частина	Аналіз конструкції та основних параметрів насосної установки, актуальність автономної насосної установки	01.04-01.06
2. Автоматизований електропривод	Вибір обладнання для живлення водного насоса, створення автоматизованої системи, дослідження перехідних процесів	
3. Охорона праці	Аналіз шкідливих факторів зв'язаних з експлуатацією автономної насосної установки. Пожежна безпека та розрахунок заземлюючого пристрою	01.04-01.06
4. Техніко-економічне обґрунтування	Оцінка капітальних та експлуатаційних витрат	01.04-01.06

Завдання видано _____ Бешта О.С.
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____ Білоконь А.О.
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 60 л, 24 зображення, 12 джерел.

Об’єкт розробки: Електропривод насосної установки, що працює від автономного джерела енергії на основі сонячних панелей.

Мета роботи: Розробка насосної станції для постачання чистою водою споживача.

Вибрані елементи силового кола: Сонячні панелі 545 Вт, DC/DC перетворювач, акумуляторний модуль на 18 А*год, AC/DC інвертор, пристрій м’якого пуску AST1-220 , свердловинний насос Omhi Aqwa Pompy 75 QJD 122-0.55.

Вибрані елементи системи автоматизації: Мікроконтролер Arduino UNO, датчик струму ARDUINO 30A ACS712 НА ЕФЕКТІ ХОЛЛА, датчик напруги 25 В, електромагнітне реле, поплавковий датчик заповненості.

Модель перехідних процесів електропривода автономної насосної установки була виконана у програмі MATLAB.

Проаналізовано шкідливі та небезпечні фактори, розраховано заземлюючий пристрій.

Розрахована техніко-економічна частина, де було визначено капітальні та експлуатаційні витрати.

ЗМІСТ

- **Вступ (**с.5)
- **Технологічна частина** (с.6 – 13)
- **Автоматизований електропривод** (с. 14 – 38)
- **Охорона праці** (с.39 – 48)
- **Техніко-економічне обґрунтування** (с.49 – 58)
- **Висновки** (с.59 – 60)

- **Вступ**

Пристрій електропривод насосної установки, що працює від автономного джерела енергії на основі сонячних панелей розроблений для видобутку води зі свердловин у сільський місцевості у Дніпропетровській області.

Обладнання виконано згідно з умовою найменшого контакту з людиною та автоматизовано для простого використання накопленої води для різних видів робіт як: полив сільськогосподарських культур, водопостачання на недалекі відстані, особистого використання.

Також автономна насосна установка не потребує електричну енергію з спільної електричної мережі та може працювати при низької сонячної насиченості і при потреби постачати воду у ночі.

- **Технологічна частина**

ЗАСТОСУВАННЯ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ ТА АКТУАЛЬНІСТЬ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ

Насосна установка, яка працює від автономного джерела енергії розміщується у сільській, переважно степовій місцевості, де важко або неможливо під ’єднатися до єдиної системи водопостачання. Установка може постачати воду для різного використання як: полив огороду, наповнення пристроїв для поливу сільських ділянок для зрощування різних культур, для особистого використання на приватній ділянці, у місцях зупинки туристів тощо.

Ця установка може розміщуватись на містах де вже знаходяться колодязі чи були на цих місцях і неподалік від свердловин тим самим можна розмістити на більш придатні місця і навіть використати іншу будівлю.

Електропривод насосної установки, що працює від автономного джерела енергії на основі сонячних панелей може розміщуватися над свердловиною діаметром від 80 мм та до 120мм та на відстані від свердловини не далі чим на 5 - 7 м, згідно з характеристикою свердловинного насоса, де вказувалась його максимальна глибина занурення 80 м та конструкційну особливість насосної установки. Враховуючи висоту ємності для води – 1,89 м та згідно з визначеної максимальної глибини рекомендується занурення свердловинного насоса на максимальну глибину 70 м, якщо свердловина знаходиться на відстані від насосної станції (1.1) і на 77 м якщо свердловина знаходиться під насосною установки (1.2).

$$80 - (2 + 1) - 7 = 70(\text{м}) \quad (1.1)$$

$$80 - (2 + 1) = 77(\text{м}) \quad (1.2)$$

Насосна установка має ємність для води обсягом 3000 л при використанні середньо добової норми води 250 л на одну людину згідно статистиці служби повірки лічильників, де враховувалось використання холодної - 4500 л та гарячої – 3000 л у місяць. Враховуючи наявність водонагрівача (бойлер, газова колонка) у домі і згідно розрахунків визначено середню добову норму для однієї людини(1.4).

$$3000 + 4500 = 7500(л) \quad (1.3)$$

$$7500/30 = 250(л) \quad (1.4)$$

Та обсяг води розраховано на 5 осіб за добу та використання водного ресурсу для поливу 1750 л (1.6).

$$250 * 5 = 1250(л) \quad (1.5)$$

$$3000 - 1250 = 1750(л) \quad (1.6)$$

Свердловинний насос в автономній насосній станції має достатню швидкість викачування води для заповнення ємності насосної установки протягом однієї години при безперервному номінальному живленні електродвигуна. Швидкість заповнення насоса зазначена 2.8м^3/год, ємність води максимальна 3000л звідси:

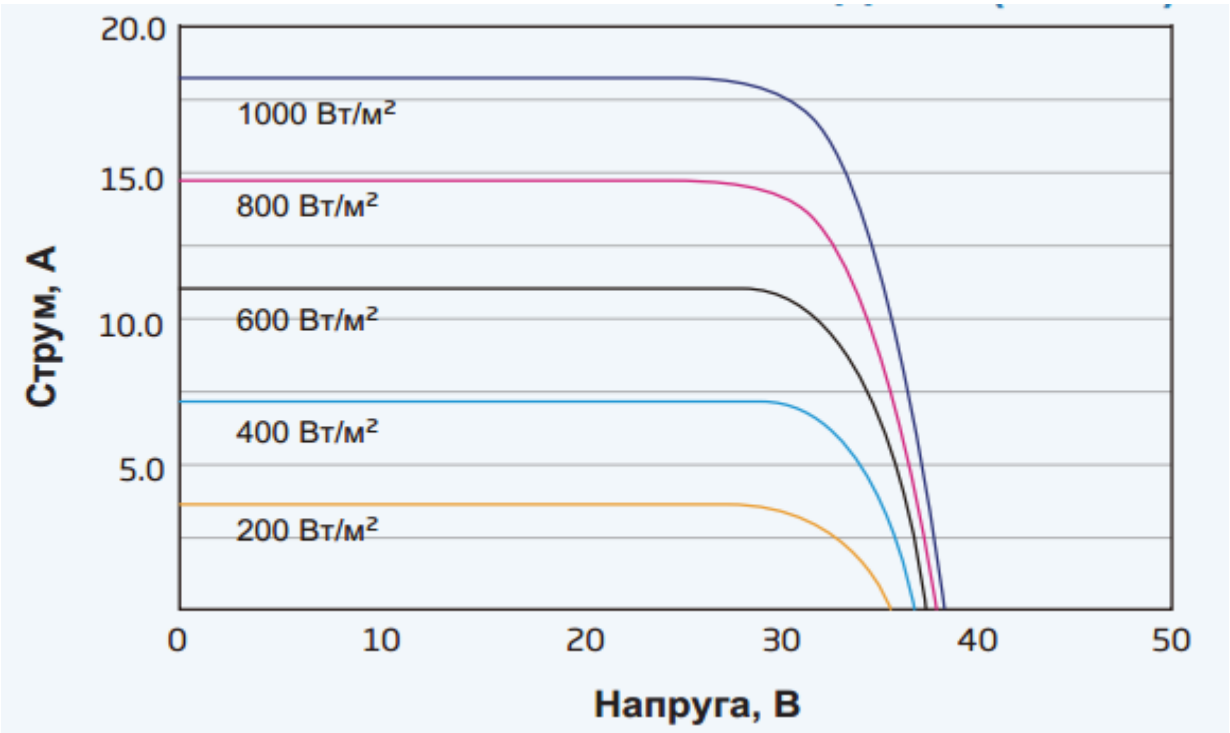
$$3000 \div 2800 = 1{,}0714 \approx 1год \quad (1.7)$$

Для живлення електродвигуна у насосної установки використовуються сонячні панелі, які мають велику площу тим самим поглинаючи велику кількість сонячних променів, навіть при низькому сонячному насиченні у хмарну погоду.

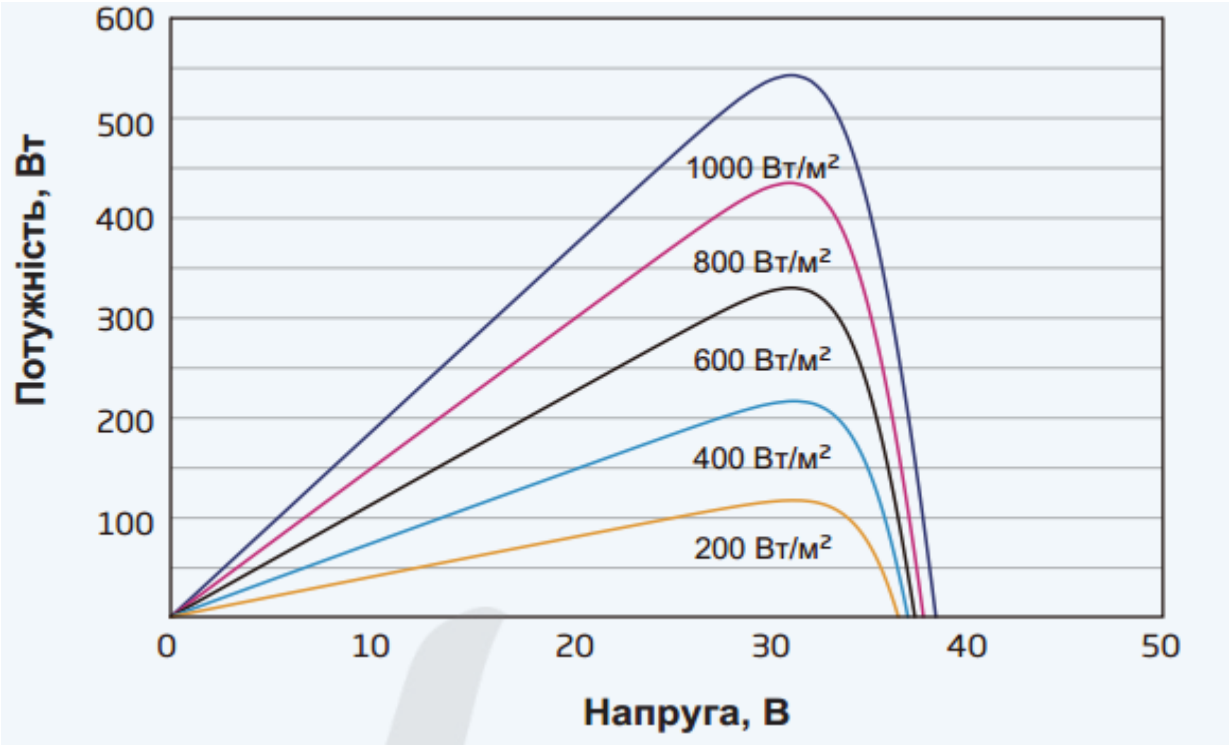
-BEGIN HEADER-
NASA/POWER SRB/FLASHFlux/MERRA2/GEOS 5.12.4 (FP-IT) 0.5 x 0.5 Degree Interannual Averages/Sums
Dates (month/day/year): 01/01/2012 through 12/31/2019
Location: Latitude 48.4723 Longitude 35.0264
Elevation from MERRA-2: Average for 1/2x1/2 degree lat/lon region = 106.07 meters Site = na
Climate zone: na (reference Briggs et al: http://www.energycodes.gov)
Value for missing model data cannot be computed or out of model availability range: -999
Parameter(s):
CLRSKY_SFC_SW_DWN SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Clear Sky Insolation Incident on a Horizontal Surface (kW-hr/m^2/day)
ALLSKY_SFC_SW_DWN SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 All Sky Insolation Incident on a Horizontal Surface (kW-hr/m^2/day)

PARAMETER	YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
-END HEADER-														
CLRSKY_SFC_SW_DWN	2012	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
CLRSKY_SFC_SW_DWN	2013	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
CLRSKY_SFC_SW_DWN	2014	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
CLRSKY_SFC_SW_DWN	2015	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
CLRSKY_SFC_SW_DWN	2016	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
CLRSKY_SFC_SW_DWN	2017	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
CLRSKY_SFC_SW_DWN	2018	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
CLRSKY_SFC_SW_DWN	2019	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2012	0.97	2.44	3.29	4.83	5.70	6.83	7.02	5.34	4.24	2.41	1.19	0.75	3.75
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2013	0.56	2.03	2.62	4.38	6.38	6.10	5.94	5.38	2.73	1.70	1.06	0.80	3.31
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2014	0.79	2.06	3.60	3.94	5.74	5.89	5.86	5.55	4.03	2.84	1.06	0.64	3.51
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2015	0.59	2.36	2.92	4.05	5.61	5.70	6.47	5.79	4.25	2.59	0.87	0.89	3.51
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2016	0.70	2.47	2.36	4.32	5.10	5.80	6.22	5.31	3.80	2.15	0.96	0.60	3.32
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2017	0.68	1.79	3.27	3.96	5.68	6.22	5.80	5.64	4.18	1.72	0.82	0.59	3.39
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2018	0.75	2.05	1.88	4.89	6.11	6.56	5.67	6.15	3.56	2.57	1.10	0.45	3.48
ALLSKY_SFC_SW_DWN	2019	0.54	2.10	3.26	4.56	5.34	6.60	6.25	5.36	4.01	2.12	1.03	0.66	3.48

Таблиця (1.1): Сонячна насиченість за період 2012-2019рр за усі місяці



Зображення (1.1): Вольт-амперні характеристики фотоелектричного модуля



Зображення (1.2): Криві потужність-напруга фотоелектричного модуля

Сонячні панелі створюють електричний струм, який потім протікає до DC/DC перетворювача, де напруга з сонячних панелей значення якої залежать від сонячного насичення згідно з графіків вольт-амперної характеристики фотоелектричного модуля (Зображення 1.1) та кривих потужність-напруга фотоелектричного модуля (Зображення 1.2).

Згідно з таблиці сонячного насичення (Таблиця 1.1) найменше значення сонячної сатурації було у грудні 2018 року, яке становило 0,45 кВт/м^2 та за допомогою графіків вольт-амперної характеристики фотоелектричного модуля (Зображення 1.1) та кривих потужність-напруга фотоелектричного модуля (Зображення 1.2), можливо визначити потужність, струм та напругу.

При насиченні 450 Вт\м^2 згідно з графіку (Графік 1) струм дорівнює 8-8,5 А, потужність дорівнює ~250 Вт видно з графіку (Графік 2), а напруга – 29,4-31,25 В.

Та з таблиці сонячного насичення (Таблиця 1.1) найбільше значення сонячної сатурації було у липні 2012 року, яке становило7,02 кВт/м^2.

Згідно графіків (Зображення 1.1, Зображення 1.2) струм дорівнює 17,37 А, потужність дорівнює 545 Вт, напруга – 31,4 В.

Як можна побачити напруга змінюється не суттєво, що можливо змінювати її у DC/DC перетворювачі при зміні потужності сонячних панелей у автономної насосної станції.

DC/DC перетворювач виконує роль підвищуючого перетворювача, який повинен змінити напругу з 30 В до 320 В для подальшого використання акумуляторного модуля.

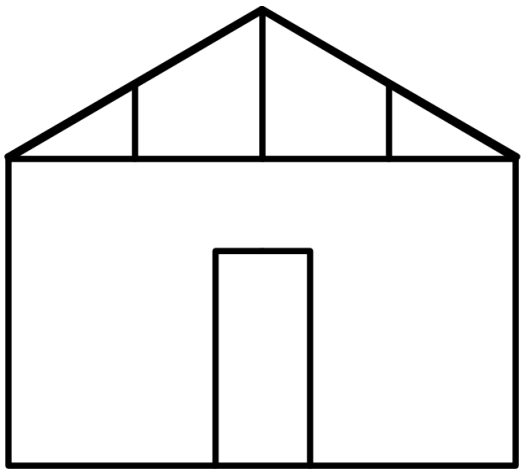
Цей акумуляторний модуль складається з секцій акумуляторних батарей, які виконані по технології LiFePO4 тобто являється літій - іонним акумулятором, який має багато циклів заряду та розряду при необхідній експлуатації та умови, які будуть дотримуватися логічним модулем –

мікроконтролером Arduino UNO, де датчики струму ACS712 та напруги, які будуть ідентифікувати струм і напругу на 5 акумуляторних батарей, а потім програма буде вираховувати скільки струму надходить від сонячних панелей до акумуляторних батарей та від акумуляторного модуля до AC/DC інвертора, а датчик напруги буде вимірювати значення напруги в акумуляторному модулі і також поплавковий датчик, який при спрацюванні подає сигнал до мікроконтролеру Arduino UNO. Де програма виконує керування роботою двигуна та зарядку акумуляторних батарей за допомогою реле.

Автономна насосна станція може експлуатуватись для різних цілей, де потребується водний ресурс, який можна використовуватись для сільського господарства та водопостачання на один будинок чи декілька будівель, при чому постачає чисту та питну воду зі свердловини. Та згідно конструкції насосної установки користувач не контактує з електричною системою, тим самим безпечно експлуатує воду з насосної установки. Подача та регулювання водного ресурсу виконується за допомогою водних клапанів, які встановлюються між ємністю з водою та будівлею чи водним краном . До основного резервуару можливо під’єднати як гнучкий водопровід так і статичний.

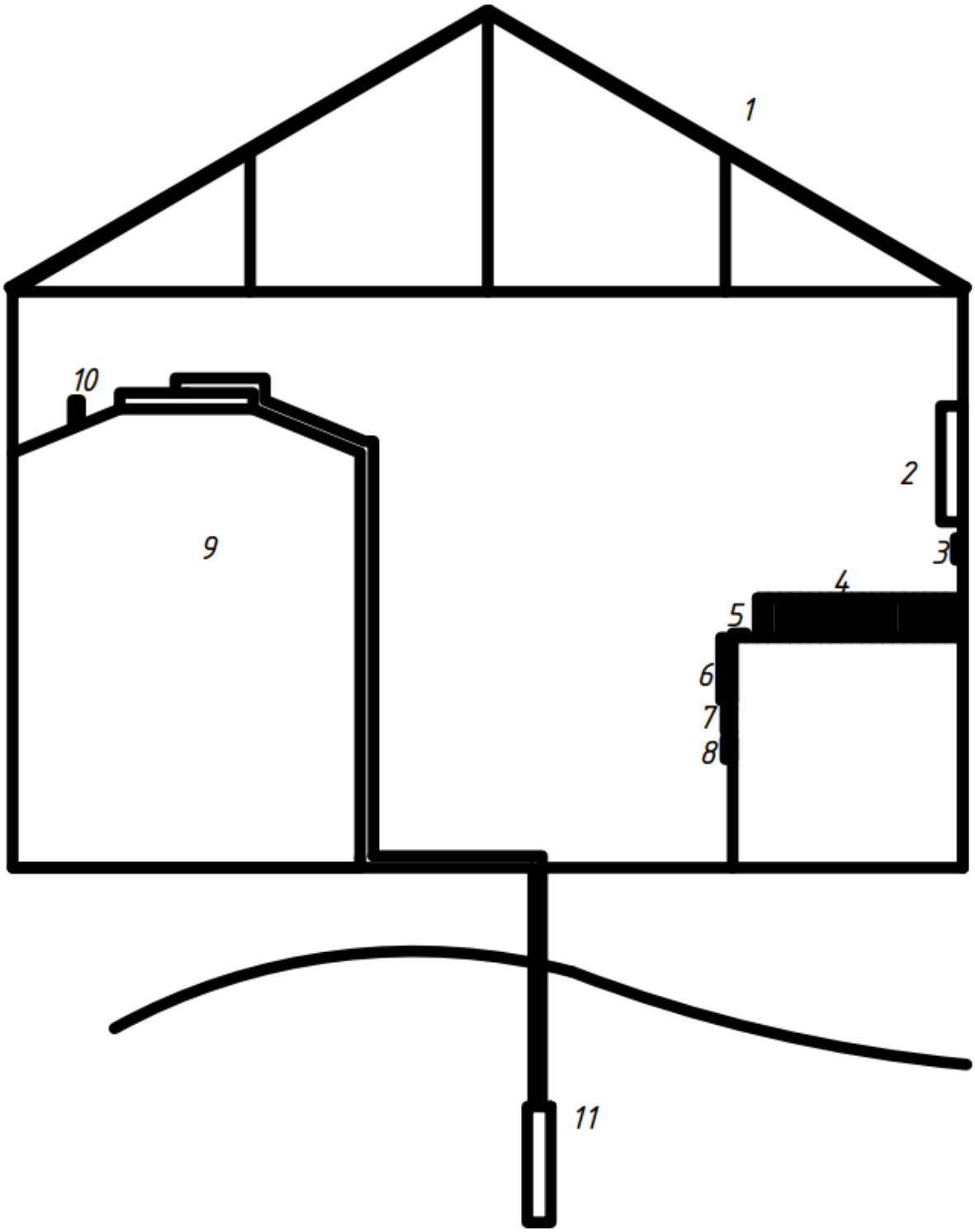
Виглядати автономна насосна установка буде так:

Зображення (1.3) Загальний вигляд насосної станції (вид спереду)



Також розташування важливих елементів автономної насосної установки:

Зображення (1.4) Розташування важливих елементів насосної станції (вид ззаду)



1 Сонячна панель, яка має напругу 30 – 35 В та струм 7 – 18 А. Вона виконує роль основного живлення усієї насосної установки;

2 DC/DC перетворювач, який змінює напругу від сонячних панелей 30 – 35 В у 320 В для заряду акумулюючого модулю;

3 Роз’єднувач для видимого розриву електричного кола для виконання налагоджувальних робіт;

4 Акумулюючий модуль ємністю 18 А*год, для живлення насоса, коли сонячні панелі не будуть надавати необхідну кількість струму та напруги для нормальної роботи насоса. Насос використовує ~3 А, тому він може працювати без зупинки 6 годин;

5 Логічний контролер Arduino UNO для керування системою автоматизації;

6 AC/DC інвертор, який змінює постійний струм на змінний та напругу 320 В на ~220 – 230 В для роботи свердловинного насосу;

7 Роз’єднувач для видимого розриву електричного кола для виконання налагоджувальних робіт;

8 Універсальний пристрій м’якого пуску для запобігання гідроудару та плавного виходу електродвигуна на нормальну роботу;

9 Бак для накопичення води об’ємом 3000 л;

10 Поплавковий датчик заповненості, який подає сигнал до логічного модуля Arduino UNO;

11 Свердловинний насос виконаний на базі однофазного асинхнного двигуна.

- **Автоматизований електропривод**

СВЕРДЛОВИННИЙ НАСОС Omhi Aqwa Pompy 75 QJD 122-0.55

Зображення (2.1) Свердловинний насос

Omhi Aqwa Pompy 75 QJD 122-0.55 – цей пристрій розроблений для здійснення подачі чистої води із свердловин та колодязів, діаметр яких не менше ніж 80 мм. Його використовують для постачання води до приватних будинках, дачі, у системах загального водопостачання, для зрошення саду та огороду.

Основні характеристики:

Номінальний натиск: до 79 м

Номінальний об’єм постачання: 2,8 $м^3/ч$

Номінальна потужність споживання: 0,55 кВт

Маса: 11 кг

Умови використання:

Максимальна температура навколишнього середовища: +35 ^oC

Максимальна температура рідини, яка перекачується: +40 ºС

Максимальна кількість домішок: 150 г/м

Мінімальний розмір свердловини: 80 мм

Максимальне занурення: 80 м

Конструкція:

Корпус насоса: нержавіюча сталь

Вал двигуна: нержавіюча сталь

Робоче колесо та дифузор: ацетатна смола

Випускний фланець: латунь

Механічне ущільнення: кераміка/графіт

Приєднувальні розміри: 1

Комплектується з пультом керування с захистом від перегріву

Характеристики електротехнічної частини:

Напруга: 220 – 240 В

Частота: 50 Гц

Клас захисту: IP68

Тип двигуна: однофазний асинхронний закритого типу, розміщений у масляній ванні

Гарантійний термін обслуговування – 12 місяців

Згідно характеристики електротехнічної частини та основних характеристик насоса номінальний струм дорівнює:

$$550 \div 220 = 2{,}5\ \text{A} \qquad (2.1)$$

Також внутрішній опір двигуна дорівнює:

$$220 \div 2{,}5 = 88\ \text{Ом} \qquad (2.2)$$

АКУМУЛЯТОРНА БАТАРЕЯ

Зображення (2.2) Акумуляторна батарея

Характеристики акумуляторної батареї:

Ємність: 18 А*год

Вага: 0,6 кг

Напруга: 3,2 В

Робоча температура: -10 ºС ~ +60 ºС

Розміри: 75х27х177 (мм)

Ресурс: 7000 циклів заряду та розряду

Технологія: LiFePO4

Гарантія: 12 місяців

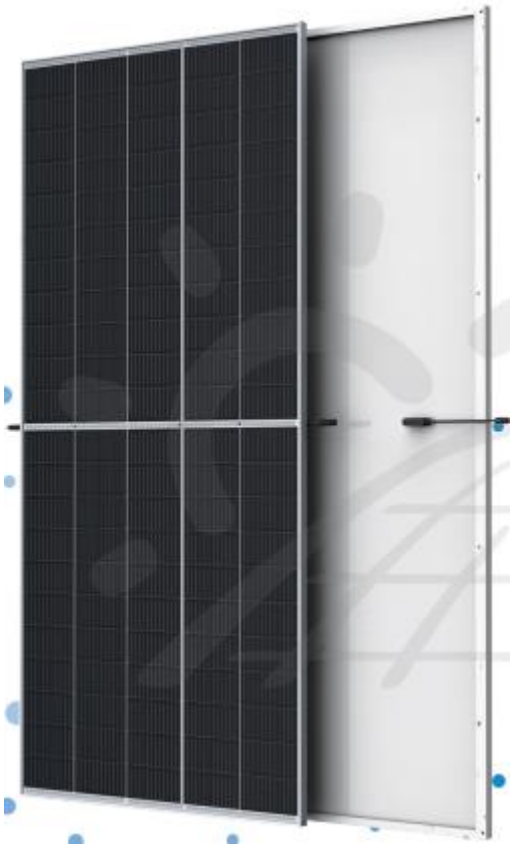
Для правильної експлуатації акумуляторної батареї, щоб її термін служби був максимально довгим, потрібно контролювати заряд та розряд акумулятора, а також дотримуватись температурного режиму згідно характеристик акумуляторної батареї.

У насосної станції використовується 100 акумуляторних батарей, які у сумі дають 320 В (1.2).

$$3{,}2 * 100 = 320 \text{ В} \quad (1.2)$$

СОНЯЧНА ПАНЕЛЬ

Зображення (2.3)



Електричні характеристики:

Пікова потужність: 545 Вт

Допуск потужності: 0~+5 Вт

Максимальна напруга живлення: 31,4 В

Максимальний струм живлення: 17,37 А

Напруга розімкнутого ланцюга: 37,7 В

Струм короткого замикання: 18,47 А

Ефективність модуля: 20,9 %

Електричні характеристики при випромінюванні 800 Вт/м^2, температура навколишнього середовища 20 ºС, швидкість вітру 1м/с (NOCT):

Пікова потужність: 413 Вт

Максимальна напруга живлення: 29,2 В

Максимальний струм живлення: 14,15 А

Напруга розімкнутого ланцюга: 35,5 В

Струм короткого замикання: 14,88 А

Механічні характеристики:

Фотоелементи: монокристалічні

Кількість елементів: 110 елементів

Розміри модуля: 2384x1096x35 (мм)

Вага: 28,6 кг

Скло: 3,2 мм, висока передача, термозміцнене скло з антибліковим покриттям

Матеріал, що герметизує: плівка з етиленвінілацетату/поліоксіетилену

Підложка: білий

Рама: 35 мм, анодований алюмінієвий сплав

Розподільна коробка: показник класу захисту IP68

Кабель: кабель фотоелектричної технології 4 мм^2

вертикальна орієнтація: 280/280 мм

горизонтальна орієнтація: 1400/1400 мм

З’єднувач: MC EVO2/TS4

Номінальні значення температури:

NOCT (номінальна робоча температура елементу): 43 ºC (+-2 ºC)

Коефіцієнт температури P_{max}: -0,34 %/ºC

Коефіцієнт температури V_{OC}: -0.25 %/ºC

Коефіцієнт температури I_{SC}: 0,04 %/ºC

Максимальні номінальні значення:

Робоча температура: -40~+85 ºC

Максимальна напруга системи: 1500 В DC (МЭК)

1500 В DC (UL)

Група запобіжників: 30 А

Гарантія:

12 років гарантії на якість виконання продукту

25 років гарантії на потужність

2 % деградації у перший рік

Щорічне зниження потужності – 0,55 %

КОНЕКТОР MC4 ДЛЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

Зображення (2.4) Конектор MC4 для сонячних панелей

АЛЮМІНЄВИЙ ПРОВІД ДЛЯ З’ЄДНАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ АВТОНОМНОЇ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ

Зображення (2.5) Алюмінієвий провід АПВ 4 мм

РОЗ’ЄДНУВАЧ ETI 2520003

Зображення (2.6) Роз’єднувач ETI 2520003

Характеристики:

Типовид: циліндричний

Номінальний струм: 20 А

Кількість полюсів: 2

Наявність роз’єднувача: з роз’єднувачем

Робоча температура: -25~+55 ºС

DC/DC ПЕРЕТВОРЮВАЧ

Зображення (2.7) DC/DC перетворювач

Особливості:

Програмований DC/DC перетворювач може використовуватись як джерело струму або напруги

Регулювання напруги, струму чи потужності

Регулювання входів та виходів

Прискорити/ уповільнити перехід за допомогою CAN команд

Паралельна робота для декількох модулів

Повітряне охолодження

Ізольована CAN 2.0B з’єднання

Де може використовуватись:

Паливні елементи

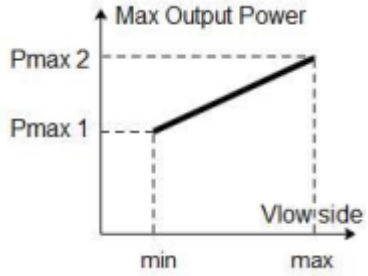
Різні види електричного транспорту

Супер конденсатори

Акумулюючі системи

Електричні властивості:

Зображення (2.8) Графік залежності зміни напруги від потужності



P_{max1} = 3 кВт

P_{max2} = 5 кВт

V_{min} = 35-120 В

V_{max} = 200-400 В

Характеристики:

Швидкість передачі CAN 2.0B: 125-500 КБ/с

Періодичність CAN: 100 мс

Точність виміру напруги: +-0,7~+-2 %

Точність виміру нижнього рівня струму: +-1,9~+-3 %

Точність виміру верхнього рівня струму: +-1,7~+-2,5 %

Точність виміру внутрішньої температури: +-1~+-3 ºC

Напруга живлення 12 В: 9-13,5 В

Напруга живлення 24 В: 18-24 В

Потужність, що споживається (враховуючи вентилятори): 1-30 Вт

З’єднання:

На нижньому та верхньому рівнях: Мідна шина 5x16 мм

CAN+регулювання напруги: DB15

Параметри вентиляції:

Потік повітря: 268 $м^3$/год

Температура потоку повітря: 55 ºС

Загальні характеристики:

Робоча температура: -40~+55 ºС

Степінь захисту: IP 20

Вага: 11 кг

AC/DC ПЕРЕТВОРЮВАЧ

Зображення (2.9) AC/DC перетворювач

Характеристики:

Вхідна напруга: 180-355 В

Вихідна напруга: ~230 В

Частота: 50/60/400 Гц

Регулювання напруги: +-2 %

Частотне регулювання: +-0,5 %

Викривлення гармонік: 5 %

Ефективність при повному навантаженні: 85 %

З’єднання: MS Connector

Робоча температура: -20~+55 ºC

Особливості:

Захист від перенавантаження

Захист від нагріву

Захист від недовантаження та перевантаження

Вимикач ланцюга змінного струму

ПРИСТРІЙ М’ЯКОГО ПУСКУ AST1-220

Зображення (2.10) Пристрій м’якого пуску

Особливості:

Безударний пуск та зупинка однофазних асинхронних двигунів компресорів, які встановлені у системах кондиціювання повітря

Зменшення пускового струму та усунення гідроударів однофазних насосів практично усіх типів

Характеристики:

Струм: до 20 А

Напруга: 200-240 В

Частота: 50 Гц

Потужність: до 3,5 кВт

Однофазний ланцюг

БЛОК ЖИВЛЕННЯ 24 В

Зображення (2.11) Блок живлення 24 В

Характеристики:

Вхідна напруга: ~100-240 В

Вихідна напруга: 24 В

Частота: 50-60 Гц

Вихідний струм: 2 А

Використовується для живлення DC/DC перетворювача

БЛОК ЖИВЛЕННЯ 12 В

Зображення (2.12) Блок живлення 12 В

Характеристики:

Вхідна напруга: ~100-240 В

Вихідна напруга: 12 В

Частота: 50-60 Гц

Вихідний струм: 3 А

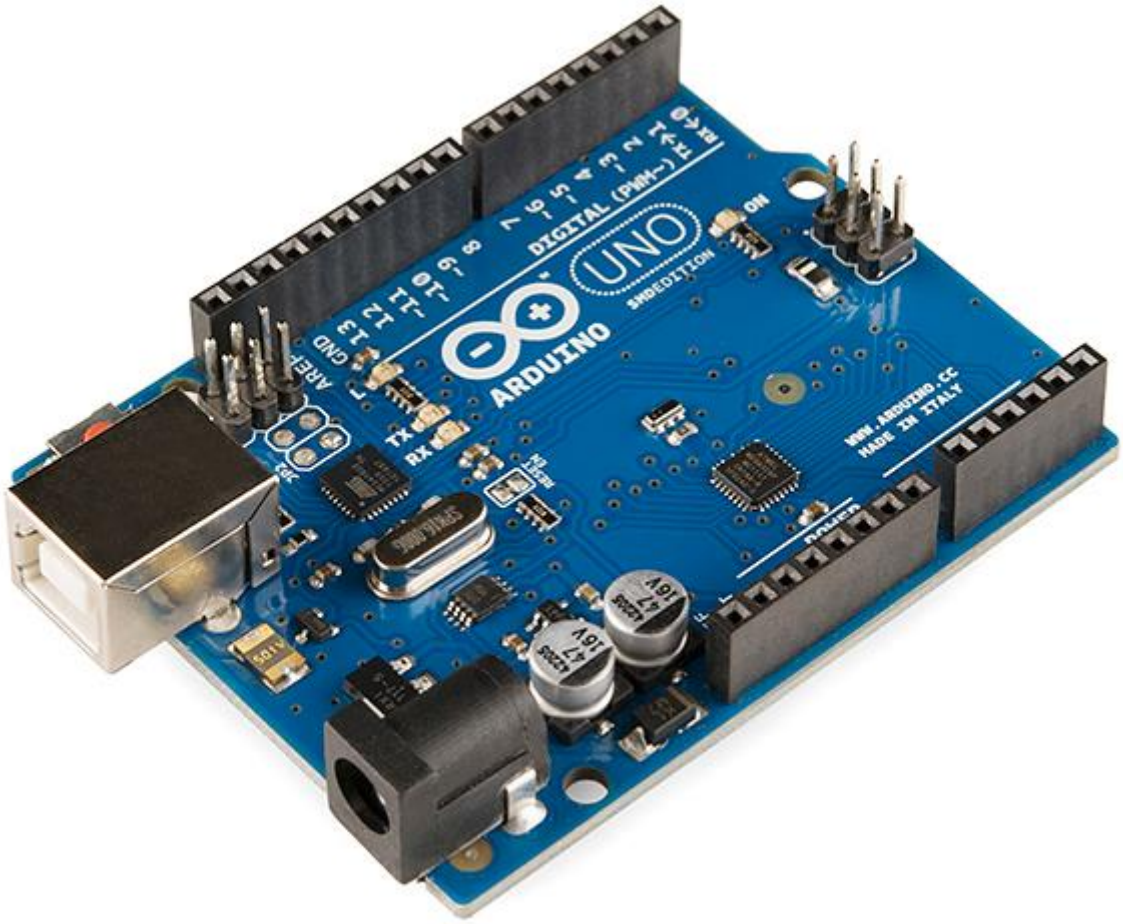
Використовується для живлення мікроконтролера Arduino UNO

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА

Система автоматизації побудована на базі плати Arduino UNO.

ПЛАТА ARDUINO UNO

Зображення (2.13) Мікроконтролер Arduino UNO



Основні характеристики:

Мікроконтролер: ATmega328

Робоча напруга: 5В

Напруга живлення (рекомендована): 7-12 В

Напруга живлення (граничне): 6-20 В

Цифрові входи/ виходи: 14 (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів)

Аналогові входи: 6

Максимальний струм одного виведення: 40 мА

Максимальний вихідний струм виводу 3,3 В: 50 мА

Flash-пам’ять: 32 КБ (ATmega328) з яких 0.5 КБ використовуються завантажувачем

EEPROM: 1 КБ (ATmega328)

SRAM: 2 КБ (ATmega328)

Тактова частота: 16 МГц

ДАТЧИК СТРУМУ ARDUINO 30A ACS712 НА ЕФЕКТІ ХОЛЛА

Зображення (2.14) Датчик струму

Характеристики:

Принцип роботи датчика заснований на ефекті Холла

Датчик зібраний на мікросхемі: ACS712

Максимальний вимірювальний струм: 30 А

Чутливість: 66 мВ/А

Максимальна полоса пропуску: 80 кГц

При нульовому струмі, який проходить через датчик, вихідна напруга дорівнює половині напруги живлення

Напруга живлення датчика: 5 В

Робоча температура: -40~+85 ºС

Розміри модуля: 31,4x13x14,1 мм

Вага: 4 г

Датчик струму 30 А ACS712 використовується для виміру сили струму та інтеграції у схеми захисту від перенавантаження струмом, зарядні пристрої, імпульсні джерела живлення, програмовані джерела струму.

Керування датчиком виконується від Arduino контролера або від іншого керуючого мікропроцесорного пристрою за допомогою спеціальних програм.

ДАТЧИК НАПРУГИ

Зображення (2.15) Датчик напруги

Характеристики:

Напруга живлення: 5 В

Вимірювальна напруга: до 25В

Напруга яка припадає на одну одиницю зчитування: 0,02 В

Кількість одиниць зчитування: 1024

ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ РЕЛЕ

Зображення (2.16) Електромагнітне реле

Характеристики:

Напруга живлення: 5 В

Спрацьовує від різних рівнів сигналу. При «високому рівні» сигналу реле замикає електричний ланцюг, а при «низькому рівні» сигналу реле розмикає електричний ланцюг.

ПОПЛАВКОВИЙ ДАТЧИК ЗАПОВНЕНОСТІ

Зображення (2.17) Поплавковий датчик заповненості

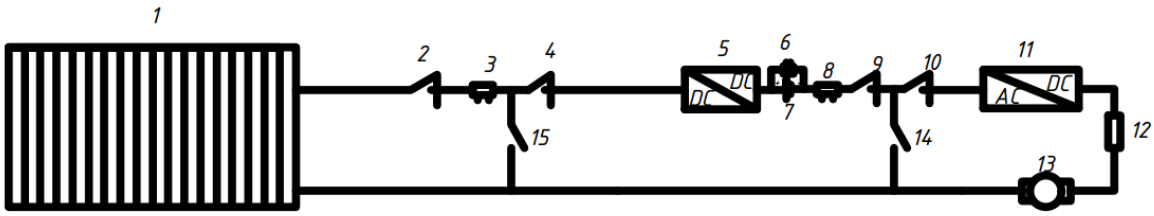
Характеристики:

Напруга живлення: 5 В

Датчик розроблений на базі геркона

Поплавковий датчик спрацьовує коли поплавок досягає найвищої ділянки, тим самим замикає електричний ланцюг і подає сигнал на контролер і сповіщає, що ємність з водою заповнена.

Зображення(2.18) Електрична схема насосної станції



1 Сонячні панелі;

2 Роз’єднувач, який використовується при обслуговувані обладнання для видимого розриву електричного кола;

3 Датчик струму для виміру значень струму, який надходить від сонячних панелей;

4 Реле, яке керується логічним модулем Arduino UNO;

5 DC/DC перетворювач для зміни значення напруги з 30 – 35 В до 320 В;

6 Датчик напруги, який вимірює напругу 5 акумуляторних батарей та передає значення до логічного модуля Arduino UNO;

7 Акумуляторний модуль автономної насосної станції;

8 Датчик струму, який вимірює струм, який надходить від акумуляторного модуля;

9 Роз’єднувач, який використовується при обслуговувані обладнання для видимого розриву електричного кола;

10 Реле, яке керується логічним модулем Arduino UNO;

11 AC/DC інвертор для зміни струму з постійного на змінний, також змінює напругу з 320 В на ~220 – 230 В;

12 Універсальний пристрій м’якого пуску, який використовується для запобігання гідроудару і плавно виводить двигун на номінальну роботу;

13 Свердловинний насос побудований на базі однофазного асинхронного двигуна;

14 Реле, яке керується логічним модулем Arduino UNO;

15 Реле, яке керується логічним модулем Arduino UNO.

ПРОГРАМА, ЯКА КОНТРОЛЮЄ РОБОТУ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Зображення(2.19) Програма керування системою автоматизації

```
// підключення бібліотеки
#include <TroykaCurrent.h>
// створення об'єкту
ACS712 cur1(A0);
ACS712 cur2(A1);

const int wat=0;
void setup() {
  // запуск послідовного поту
  Serial.begin(9600);
  // підключення реле до виходів 2,3,4,5 та датчика напруги A2
  pinMode(2, OUTPUT);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(A2, INPUT);
}
void loop() {
  // зчиування напруги та передачі данних до мікроконтроллеру
  value = analogRead(A2);
  vout = (value * 5)/1024;
  // вмикання двигуна, коли є струм з сонячних панелей та
  // від акумулятору і ємність з водою не заповнена
  if(cur1>2.5,cur2>4,wat=0){
    digitalWrite(2,HIGH);
    digitalWrite(3,LOW);
  }
  // вмикання двигуна, коли струм з сонячних панелей замалий
  // та малий струм з сонячних панелей і ємність з водою
  // заповнена
  if(cur1<2.5,cur2<4,wat=1){
    digitalWrite(2,LOW);
    digitalWrite(3,HIGH);
  }
   // вмикання двигуна, коли є струм з сонячних панелей замалий,
  // достатній струм від акумулятору і ємність з водою не заповнена
  if(cur1<2.5,cur2>4,wat=0){
    digitalWrite(2,HIGH);
    digitalWrite(3,LOW);
  }
   // вимикання двигуна, коли струм з сонячних панелей замалий,
  // достатній струм з сонячних панелей і ємність з водою
  // заповнена
  if(cur1<2.5,cur2>4,wat=1){
    digitalWrite(2,LOW);
    digitalWrite(3,HIGH);
  }
  // вимикання двигуна, коли струм з сонячних панелей замалий
  // та малий струм з сонячних панелей, а ємність з водою не
```

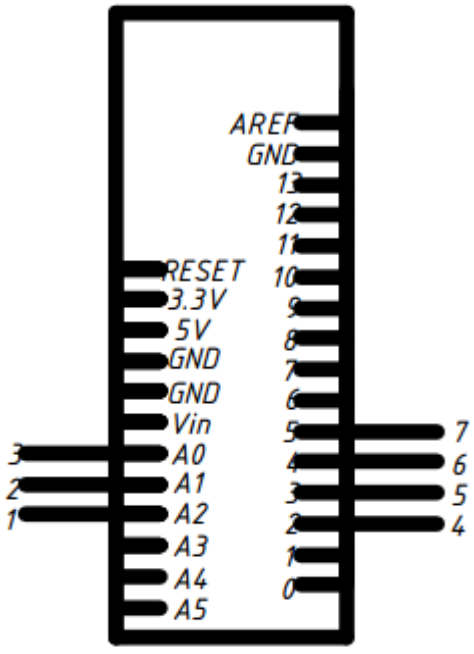
```
  // заповнена
   if(cur1<2.5,cur2<4,wat=0){
    digitalWrite(2,LOW);
    digitalWrite(3,HIGH);
   }
   // контроть заряду акумулятоний батареї за напругою
   if(vout<0.109){
   digitalWrite(4,LOW)
   digitalWrite(5,HIGH)
   }
   if(vout>0.109){
    digitalWrite(4,HIGH)
    digitalWrite(5,LOW)
   }

}
```

Бібліотека TroykaCurrent.h – це бібліотека, яка дозволяє зразу отримати значення струму у вимірювальному електричному ланцюгу.

Схема підключення елементів автоматизації до Arduino UNO:

Зображення (2.20) Підключення елементів до мікроконтролера Arduino UNO



Список підключеного обладнання:

1 Датчик напруги;

2 Датчик струму на виході від акумуляторного модуля(8);

3 Датчик струму на виході від сонячних панелей (3);

4 Реле під номером 4, яке розриває електричне коло;

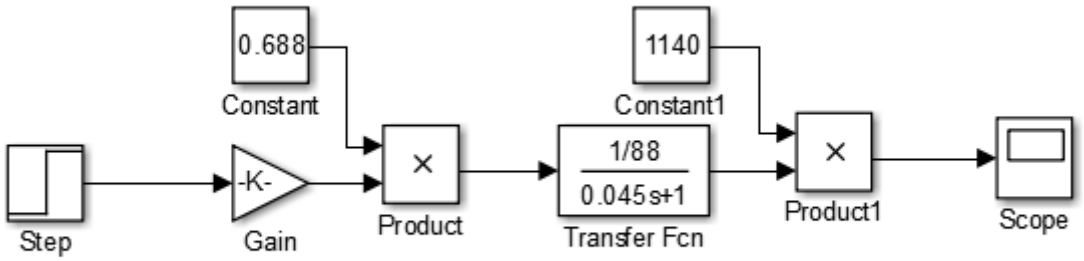
5 Реле під номером 15, яке з’єднує електричне коло, щоб продовжити роботу датчика струму(3);

6 Реле під номером 10, яке роз’єднує електричне коло

7 Реле під номером 14, яке з’єднує електричне коло, щоб продовжити роботу датчика струму(8)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНОГО ПРОЦЕСУ

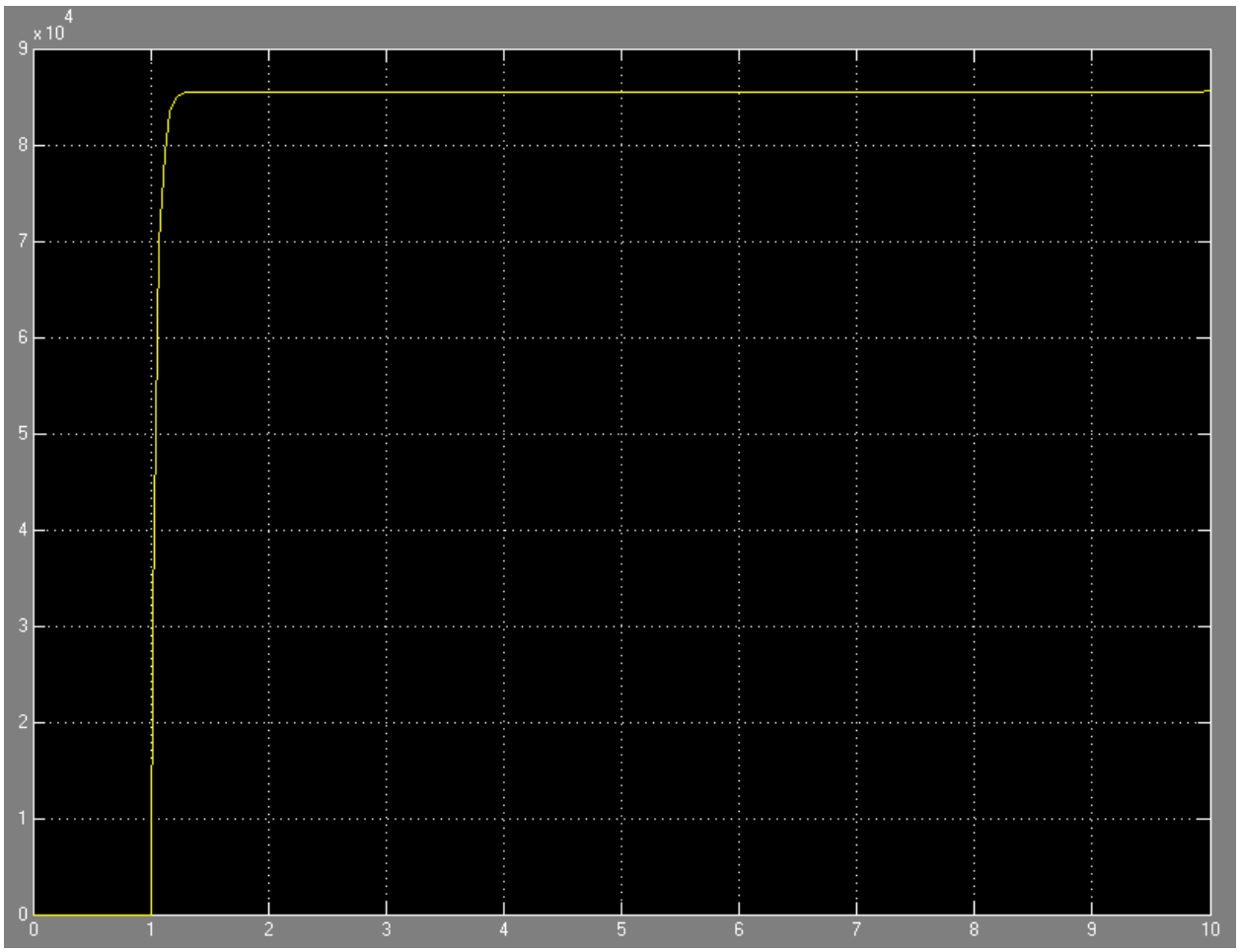
Зображення (2.21) Модель насосної станції виконана в програмі Matlab:



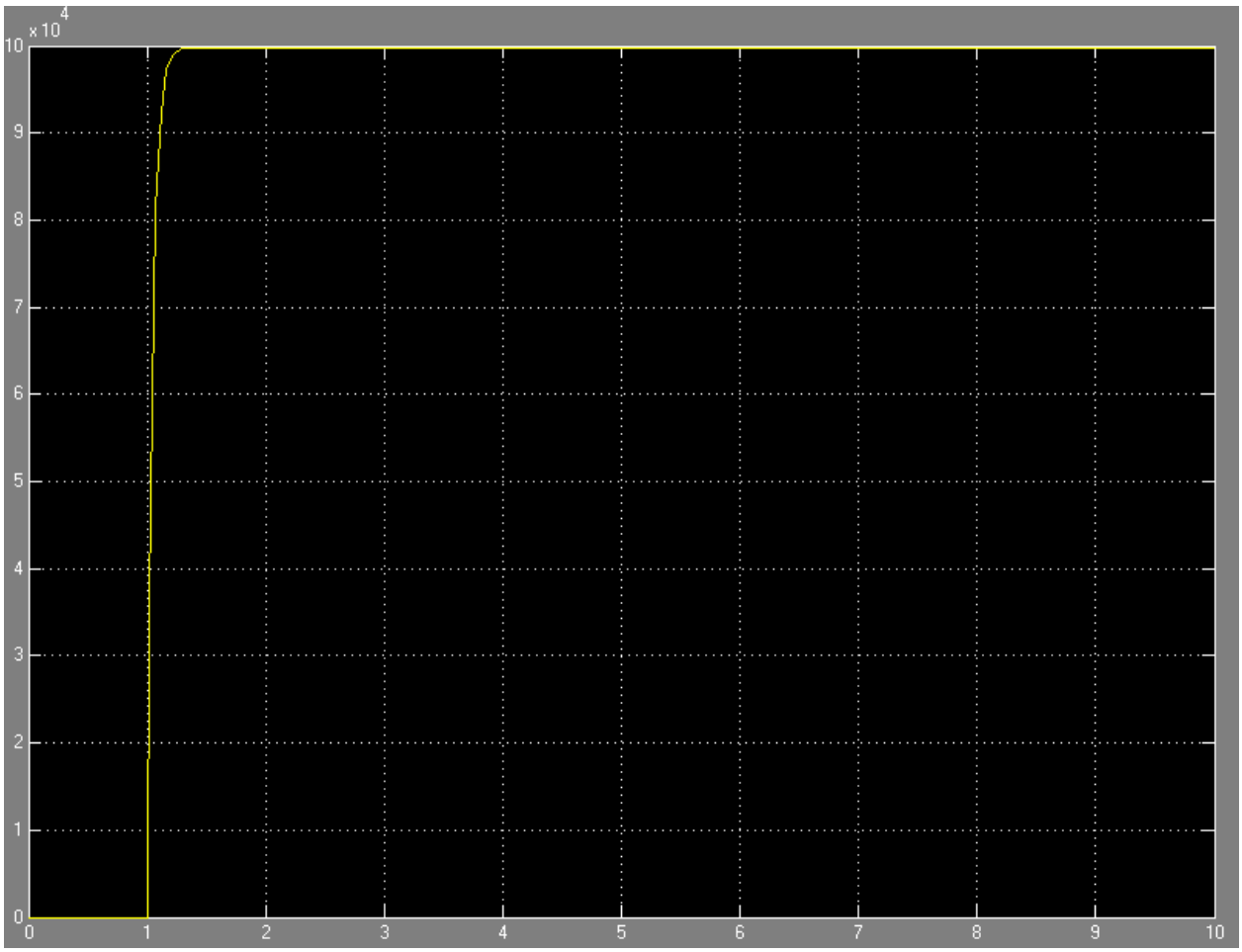
Constant – це значення для перетворення 320 В у 220 – 240 В

Constant1 – це значення залежності струму та кутової швидкості

Зображення (2.22) Перехідний процес при низькій напрузі на вході (напруга від сонячних панелей):



Зображення (2.23) Перехідний процес при високій напрузі на вході (напруга від сонячних панелей):


x 10^4
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

- **ОХОРОНА ПРАЦІ**

ШКІДЛИВІ ТА НЕБЕЗПЕЧНІ ФАКТОРИ ПРИ МОНТАЖУ ОБЛАДНАННЯ АВТОНОМНОЇ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ

Шкідливими факторами називають ті фактори, які призводять до погіршення самопочуття, зниження працездатності, захворювання і навіть до смерті.

При встановленні обладнання можливо отримати травму від металоконструкції насосної установки, при перенесенні обладнання та його встановлення на місце і через рельєф місцевості.

Також можливе ураження струмом при під'єднанні та перевірки правильності роботи обладнання особливо при збиранні акумулюючого модуля, бо він вже має певний заряд з заводу.

Під час перевірки можливе термічне ураження через погано закріплений контакт або через заводський брак обладнання чи струмопровода.

При необережному монтажу обладнання можливе забруднення колодязя або свердловини, що призведе до погіршення самопочуття користувача, коли він буде використовувати воду для особистого використання.

ШКІДЛИВІ ТА НЕБЕЗПЕЧНІ ФАКТОРИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОНОМНОЇ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ

Автономна насосна установка спроектована таким чином, щоб користувач не контактував з електричною частиною насосної станції, тим самим це дозволяє забезпечити безпечне та просте використання насосної установки.

Але, якщо користувач буде контактувати з електричним обладнанням, то він отримає ураження струмом, що може привести до серйозних наслідків, які погіршать його стан здоров'я чи навіть призведе до смерті.

Також можливо отримати опік від робочих частин електричного обладнання, які нагріваються при роботі.

ЗАХОДИ ЩОДО ЗАПОБІГАННЯ УТВОРЕННЯ ШКІДЛИВИХ ТА НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ ПРИ МОНТАЖУ ОБЛАДНАННЯ АВТОНОМНОЇ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ

Перш за все, працівник який виконує монтаж обладнання має буди у здоровому, бадьорому та тверезому стані. Бо самопочуття людини впливає на її працездатність та увагу, тим самим це мінімізує отримати травму від металоконструкції та електричного обладнання при переносу його на місце установки та при монтажу обладнання. Також від травми може захистити закритий спецодяг, який має міцну текстуру і достатньо комфортний для використання для таких видів робіт.

Для запобігання ураження струмом можна використовувати також закритий спецодяг і прорезинені рукавиці та взуття з товстим протектором для того, щоб підвищити загальний опір людини і струм не зміг пройти через її тіло. Також на безпеку впливає самопочуття людини, при гарному стані внутрішній опір підвищується тим самим впливає на запобігання ураження струмом. Виконуючи налагодження апаратури в електричному колі використовуються роз’єднувачі, які наглядно показують, що електричне коло розірвано і в ньому не протікає струм.

Для запобігання термічного опіку потрібно використовувати закритий спецодяг з міцною текстурою тим самим, захищаючи шкіру від прямого контакту з нагрітою поверхнею електрообладнання при перевірці правильності монтажу автономної насосної станції і правильність роботи електрообладнання.

Щоб не забруднити колодязь чи свердловину при монтажу важливий стан та самопочуття працівників, які виконують монтажні роботи, бо потрібно уважно

та акуратно встановити обладнання та провести перевірку правильності роботи насосної установки.

ЗАХОДИ ЩОДО ЗАПОБІГАННЯ УТВОРЕННЯ ШКІДЛИВИХ ТА НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОНОМНОЇ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ

Щоб користувач або стороні люди, які не є обслуговуючим персоналом компанії, працівники якої виконували роботи з монтажу та налагодження автономної насосної установки і електрообладнання, мали прямий контакт з електричним колом у насосній станції передбачається встановлення дверей з замком. Ключі від якої знаходяться у компанії, яка обслуговує насосну станцію.

Також електричне обладнання закріплено таким чином, щоб не контактувати з металоконструкцією автономної насосної станції.

ЗАХОДИ ЩОДО УСУНЕННЯ ШКІДЛИВИХ ТА НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ ПРИ МОНТАЖУ ОБЛАДНАННЯ АВТОНОМНОЇ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ

Якщо працівник отримав травму при виконанні робіт з монтажу потрібно відсторонити його від роботи, переконатися, що працівник не відчуває гостру біль, не має явні серйозні ураження на тілі, залишається у свідомості та за необхідністю викликати швидку допомогу, підтримуючи нормальний стан потерпілого.

При уражені струмом потрібно вимкнути обладнання, вивести на свіже повітря потерпілого та за необхідністю викликати швидку допомогу, підтримуючи нормальний стан потерпілого.

Коли людина отримала термічний опік необхідно помістити рану під проточну воду для пом’якшення болю і накласти чисту пов’язку.

При забруднені колодязя чи свердловини потрібно:

Викачати усю воду з шахти;

Спуститись в колодязь або свердловину та вичистити зі стінок бруд;

Продезинфікувати поверхність від бактерій;

Почистити дно від ілу та сміття;

Герметизувати усі стики та тріщини.

ЗАХОДИ ЩОДО УСУНЕННЯ ШКІДЛИВИХ ТА НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОНОМНОЇ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ

Якщо користувач отримав ураження струмом потрібно вимкнути обладнання (розірвати електричне коло) та викликати швидку допомогу та слідкувати за самопочуттям потерпілого.

При отриманні опіків необхідно промити місце опіку проточною водою та накласти чисту пов’язку, при необхідності викликати швидку допомогу.

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

Автономна насосна станція виконана з негорючих матеріалів, тому виникнення пожежі майже неможливе, але якщо все таки з’явилось полум’я, то гасити полум’я потрібно порошковим вогнегасником, бо напруга в електричній системі до 1000 В і розірвати електричне коло може не вийде.

При виникненні пожежі необхідно зателефонувати до пожежної служби та зв’язатися з компанією, яка встановлювала насосну установку.

РОЗРАХУНОК ЗАХИСНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ

Найбільший опір заземлеючого пристрою = 4 Ом, згідно з таблиці:

Таблиця 3.1 Найбільші значення опорів заземлюючих пристроїв в електроустановках

Характеристика установок	Найбільші опори заземлюючого пристрою, Ом
1	2
Установки напругою вище 1000 В: З великими струмами замикання на землю (500 А та більше)	0,5 у будь-який час року
З малими струмами замикання на землю (до 500 А): а) якщо заземлюючий пристрій, одночасно використовується для електроустановок напругою до 1000В б) якщо заземлюючий пристрій, використовується тільки для електроустановок напругою вище 1000 В	125/É I-розрахунковий струм замикання на землю, А 250/I, але не більше 10 Ом.
Установки напругою до 1000 В З глухозаземленою нейтраллю: а) опір заземлюючого пристрою, з врахуванням природних заземлювачів і заземлювачів повторних заземлень нульового проводу: - для мережі 220/127 В - для мережі 380/220 В - для мережі 660/380 В б) опір заземлюючого пристрою, розташованого в безпосередній близькості від нейтралі чи одиночного повторного заземлення нульового робочого проводу: - для мережі 220/127 В - для мережі 380/220В - для мережі 660/380 В	 8 4 2 60 30 15

в) загальний опір розтіканню заземлювачів усіх повторних заземлень нульового робочого проводу - для мережі 220/127 В - для мережі 380/220 В - для мережі 660/380 В З ізольованою нейтраллю:	 20 10 5 10 Ом і з контролем опору ізоляції

Підраховується опір природних заземлювачів за формулами:

для вертикального круглого чи косинцевого заземлювача в поверхні землі

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}, \text{ Ом} \qquad (3.1)$$

для протяжного на поверхні землі

$$R = \frac{\rho}{\pi l} \ln \frac{2l}{d}, \text{ Ом} \qquad (3.2)$$

ρ-питомий опір ґрунту

l-довжина заземлювача

d-діаметр заземлювача

$R_{\text{в}} = 9{,}8$ Ом

$R_{\text{г}} = 28{,}76$ Ом

Питомий опір ґрунту визначається з таблиці:

Таблиця 3.2 Наближені значення питомих електричних опорів різних ґрунтів і води

Ґрунт, вода	Питомий опір, Ом·м	
	Можливі межі коливань	При вологості ґрунту 10-20% до маси ґрунту
Ґрунт: глина	8-70	40
суглинок	40-150	100
пісок	400-700	700
супісок	150-400	300
торф	10-30	20
чорнозем	9-53	20
садова земля	30-60	40
кам'янистий	500-800	-
скелястий	10^4-10^7	-
Вода: морська	0,2-1	-
річкова	10-100	-
ставкова	40-50	-
ґрунтова	20-70	-
у струмках	10-60	-

Насосна установка розміщується на чорноземі опором 30 Ом

Вертикальні заземлювачі варто використовувати сталеві стрижні діаметром 10-16 мм, довжиною 4,5-5 м чи кутову сталь з товщиною стінки не менш 4 мм, довжиною 2,5-3 м. Верхній кінець вертикального заземлювача повинен бути занурений на 0,6-0,7 м від поверхні землі. Як горизонтальні заземлювачі варто використовувати круглу сталь діаметром не менше 10 мм чи сталеві смуги товщиною не менше 4 мм.

В установках з ефективно заземленою нейтраллю для вирівнювання електричного потенціала варто прокладати подовжні і поперечні горизонтальні заземлювачі на глибині 0,5-0,7 м від поверхні землі. Подовжні

заземлювачі прокладаються уздовж електроустаткування з боку обслуговування на відстані 0,8-1,0 м від фундаменту чи підставки устаткування.

Допускається збільшення відстаней від фундаментів до 1,5 м із прокладкою однієї смуги для двох рядів устаткування, якщо відстань між фундаментами не перевищує 3,0 м, а сторони обслуговування звернені одна до іншої.

Поперечні заземлювачі прокладаються в зручних місцях між устаткуванням. Відстань між ними варто збільшувати від периферії до центра сітки, що заземлює. При цьому перші і наступні відстані не повинні перевищувати відповідно 4,0; 5,0; 6,0; 7,5; 9,0; 11,0; 13,5; 16,0 і 20,0 м.

Довжина вертикального та горизонтального заземлювачів була вибрана 4,5 м та 10 м відповідно.

Діаметр стрижня був вибран 15 мм.

За таблицями 3.3 та 3.4 визначається коефіцієнт використання вертикальних та горизонтальних електродів:

Таблиця 3.3 Коефіцієнт використання вертикальних електродів без урахування впливу смуги зв’язку

Кількість заземлювачів, *n*	Відношення відстані між електродами до їхньої довжини					
	1	2	3	1	2	3
	Заземлювачі розміщені в ряд			Заземлювачі розміщені по контуру		
2	0,85	0,91	0,94	-	-	-
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,85
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,8

10	0,59	0,74	0,81	0,56	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	-	-	-	0,41	0,58	0,66
60	-	-	-	0,39	0,55	0,64

Таблиця 3.4 Коефіцієнт використання горизонтального смугового електрода, що з'єднує вертикальні електроди заземлювача

Відношення відстаней між вертикальними електродами до їхньої довжини	Кількість вертикальних заземлювачів							
	2	4	6	10	20	40	60	100
	Вертикальні електроди розміщені в ряд							
1	0,85	0,77	0,72	0,62	0,42	-	-	-
2	0,94	0,89	0,84	0,75	0,56	-	-	-
3	0,96	0,92	0,88	0,82	0,68	-	-	-
Вертикальні електроди по контуру								
1	-	0,45	0,4	0,34	0,27	0,22	0,2	0,19
2	-	0,55	0,48	0,4	0,32	0,29	0,27	0,23
3	-	0,7	0,64	0,56	0,45	0,39	0,36	0,33

Значення коефіцієнтів були вибрані – 0,85

Розрахунковий опір заземлювача:

$$R = \frac{R_B R_Г}{R_B \eta_Г + R_Г \eta_B n}, \text{ Ом} \qquad (3.3)$$

$R = 8{,}6$ Ом

Отримане значення опору порівнюється з необхідним опором, штучного заземлювача, визначеним за формулою.

$$R_u = \frac{R_l R_{ПУЭ}}{R_l - R_{ПУЭ}} \quad (3.4)$$

R_l – опір розтіканню природних заземлювачів = 7,5 Ом;

$R_{ПУЭ}$ – припустимий опір розтіканню заземлюючого пристрою, згідно з ПУЭ (Таблиця 3.1) = 4 Ом;

$Ru = 8.6$ Ом

$Ru = R = 8.6$ Ом

Згідно з виразу заземлюючий пристрій вибраний правильно.

ВИСНОВОК

У розділі охорони праці були надані данні про шкідливі та небезпечні фактори при монтажу та використання автономної насосної установки, також запобігання шкідливих та небезпечних факторів і їх усунення. Та була надана інформація про пожежну безпеку, що при виникнення полум’я необхідно використовувати порошковий вогнегасник для усунення пожежі в електричному обладнані. Також було розраховано заземлюючий пристрій для автономної насосної установки.

- **ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ**

ВСТУП

З сучасною тенденцією про захист навколишнього середовища від парникових газів було вирішено використати сонячні панелі для живлення насосної станції, тим самим ця насосна станція стає незалежною від спільної системи електропостачання і може забезпечити користувача водою автономно.

Також автономна насосна станція розрахована працювати без участі людини, тому через це було вирішено модернізувати насосну установку системою автоматизації, яка буде керувати стан акумуляторного модулю і об’єм води у спеціальному накопичувальному баку.

Ця насосна установка може постачати достатню кількість об’єму води, яку можуть використовувати сім’я з 5 чоловік днем та в ночі. Це можливо завдяки спеціальному резервуару для води, який розрахований на 3000 л чистої води.

Електричне обладнання в автономній насосній установці може використовуватись на достатньо великий період експлуатації завдяки гарантії, яку дають після її покупки, а також великий запас по потужності та способу експлуатації в закритих захищених приміщеннях. Також внутрішня система захисту електричного обладнання та автоматизована система контролю заряду в акумуляторному модулі і контролю рівня води подовжують період експлуатації.

Через те, що автономна насосна установка має сонячні панелі, систему автоматизації для забезпечення контролю стану важливих частин насосної станції та досить велику накопичувальну ємність з водою, автономна насосна установка може бути встановлена у місцях, де немає можливості скористатися спільною електромережею, є безпечною для користувача, бо користувач не буде контактувати з електрообладнанням, а лише з сантехнічним обладнанням

і може містити у собі достатню кількість води для особистого використання у ночі.

Для обґрунтування економічної доцільності обладнання в дипломному проекті потрібно виконати наступні пункти:

1. Розрахунок капітальних витрат

2.Визначення експлутаційних витрат

РОЗРАХУНОК КАПІТАЛЬНИХ ВИТРАТ

$$Кпр = Коб\left(\sum_{i=1}^{К} Ці\right) + Зтзс + Зм + Зн + Зпр \quad (4.1)$$

Коб(ΣЦі) – вартість придбання електрообладнання та матеріалів для створення насосної станції на місці монтажу

Зтзс – транспорто-заготівельні і складські витрати

Зм – витрати на монтажні роботи

Зн – витрати на налагоджувальні роботи

Зпр – інші одноразові вкладення коштів

Таблиця 4.1 Зведення капітальних витрат

№ з/п	Найменування технічних засобів (комплектуючих виробів)	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
1	Нержавіючий профіль 30х15 мм	108	57	6156
2	Лист алюмінієвий АД0 0,8 (1,0х2,0) 1050 А Н24	30	665	19950
3	Свердловинний насос	1	3200	3200

4	DC/DC перетворювач	1	54000	54000
5	AC/DC інвертор	1	81000	81000
6	Пристрій м’якого пуску AST1-220	1	360	360
7	Конектор MC4 для сонячних панелей	4	35	140
8	Провід алюмінієвий	20	3	60
9	Роз’єднувач ETI 2520003	2	158	316
10	Блок живлення 24 В	1	160	160
11	Блок живлення 12 В	1	110	110
12	Плата Arduino UNO	1	210	210
13	Датчик струму	2	100	200
14	Датчик напруги	1	15	15
15	Електромагнітне реле	4	30	120
16	Поплавковий датчик заповненості	1	200	200
17	Сонячна панель	4	5000	20000
18	Акумуляторна батарея	100	456	45600
	Всього			231797

$З_{тзс}$= 3000 грн, згідно даних про перевезення тяжкого вантажу по Дніпропетровській області

$$Зм = \sum(Чі * аі * ti) * Кд * Ксм * Кпр \quad (4.2)$$

$$Зн = \sum(Чі * аі * ti) * Кд * Ксм * Кпр \quad (4.3)$$

де Чі – чисельність працівників і-го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних) робіт, чол .;

аі - годинна тарифна ставка і-го розряду, грн;

аі - годинна тарифна ставка 4-го розряду дорівнює 94 грн / год;

ti - час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних) робіт, час;

Кд - коефіцієнт, що враховує розмір доплат;

Ксм - коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальні заходи;

Кпр - коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт.

Витрати на монтаж та налагодження обладнання на 3 працівника, заробітна плата 94 грн/год, термін виконання 24 год, коефіцієнт доплат – 1 і коефіцієнт єдиного соціального внеску – 1,22, коефіцієнт, що враховує інші витрати – 1,05.

$$Зм = 3 * 94 * 18 * 1 * 1{,}22 * 1{,}05 = 6503 \text{ грн}$$

$$Зн = 3 * 94 * 8 * 1 * 1{,}22 * 1{,}05 = 2890 \text{ грн}$$

Інші одноразові вкладення коштів (Зпр), що враховують непередбачені роботи:

1. Переобладнання колодязя або свердловини

2. Встановлення обладнання на складному (для монтажу) рельєфі

3. Модифікація обладнання

$Зпр = 10000$ грн

$Коб = 231797 + 3000 + 6503 + 2890 + 10000 = 254190$ грн

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ

Експлуатаційні витрати – поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об’єкта проектування за рік, виражені в грошовій формі

До основних статей експлуатаційних витрат з електротехнічного устаткування відносяться:

Са – амортизаційні відрахування

Сз – заробітна плата обслуговуючого персоналу

Сс – відрахування за соціальні заходи від заробітної плати

Ст – витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання

Се – вартість електроенергії, споживаної об’єктом проектування

Спр – інші експлуатаційні витрати

Річні експлуатаційні витрати складають:

$$С = Са + Сз + Сс + Ст + Се + Спр \quad (4.4)$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань:

Таблиця 4.2 Амортизаційні відрахування

№	Найменування	Капітальні інвестиції, грн	Норма амортизації, %	Сума амортизації, тис. грн

1	Варіант вказаний в проекті	254190	8	20335

Річний фонд амортизаційних відрахувань визначається за видами основних фондів та нематеріальних активів за розділами зведення капітальних витрат.

Мінімальний допустимий термін (Тп) корисного використання машин та обладнання – 12 років

Фп – первісна вартість об’єкта основних засобів

Норма амортизації:

$$\text{На} = \frac{\text{Фп}}{\text{Фп}*\text{Тп}}*100\% \quad (4.4)$$

Річні амортизаційні відрахування за прямолінійним методом:

$$\text{АО} = \text{Фп} * \frac{\text{На}}{100} \quad (4.5)$$

Розрахунок річного фонду основної заробітної плати обслуговуючого персоналу:

Таблиця 4.3 Річний фонд заробітної плати

№	Найменування професій робітників	Явочний штат у зміну, осіб	Годинна тарифна ставка, грн	Номінальний річний фонд робочого часу, год	Усього основна зарплата, грн
1	Наладчик	1	94	128	12032

Номінальний фонд робочого часу одного робітника:

$$Fн = Д * Тзм \quad (4.6)$$

Д – робочі дні

Тзм – тривалість зміни

$Д = 4 * 4 = 16$ (днів)

Працівник буде перевіряти та (за необхідностю) налагувати роботу автономної насосної станції 4 рази за 1 пору року, робочий день – 8 годин

$Fн = 16 * 8 = 128$ год

Додаткова заробітна плата:

$Здод = Зосн * 0{,}1$ (4.7)

Додаткова заробітна плата нараховується на 10% від основної

$Здод = 12032 * 0{,}1 = 1203$ грн

Загальна величина річного фонду:

$Сз = Зосн + Здод$ (4.8)

$Сз = 12032 + 1203 = 13235$ (грн)

Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт:

$$Зтр = \sum_{i=1}^{n} \left(Ri * ti * mi * R\Sigma i + Si * \frac{Пi}{Ti} * Tф \right) \quad (4.9)$$

де n – число пристроїв автоматики, що підлягають ремонту;

R_i – годинна ставка робітників, що виконують ремонт, грн;

t_i – трудомісткість одного ремонту при категорії складності ремонту в одну ремонтну одиницю залежно від виду ремонту год./ од .:

- малого - 1,2;
- середнього - 7,0;
- капітального - 15,0.

m_i – число ремонтів за рік (наприклад, для закритих електромашин число малих ремонтів - 2, середніх - 1, капітальних - 0,1);

R_Σ – сумарна категорія складності ремонту в залежності від виду електрообладнання:

- ✓ асинхронний двигун від 0,5 до 5 кВт - 1,3;

- ✓ асинхронний двигун від 5 до 10 кВт - 2,1;
- ✓ асинхронний двигун від 55 до 75 кВт - 6,0;
- ✓ машини постійного струму від 0,5 до 5 кВт - 2,5;
- ✓ електродвигуни та генератори постійного струму від 55 до 75 кВт - 10,0.

S_i - вартість однотипних замінних елементів, грн.;

$П$ – кількість однотипних замінних елементів;

T_i – середній термін служби деталей даного типу, год.;

$T_ф$ – число годин роботи апаратури на рік, год.

Капітальні витрати розраховуються:

Найменування	Одиниці вимірювання	Кількість	Опис
Елементи, що підлягають ремонту	Шт	2	Система автоматизаціїі, акумуляторний модуль
Ставка робітників, що виконують ремонт	Грн/год	94	Наладчик
Кількість ремонтів	Од./рік	0,1	-
Тривалість ремонту	год	8	-
Вартість замінних елементів	Грн	47400	Мікроконтроллер, Реле(2шт.), датчики(3шт.), роз’єднувачі(2шт), блоки

			живлення(2шт), акумуляторна батарея(100шт)
Середній термін служби апаратури	Год/рік	105120	-
Число годин роботи апаратури	Год/рік	8760	-

$$\text{Зтр} = \sum_{i=1}^{n} \left(Ri * ti * mi * R\Sigma i + Si * \frac{\Pi i}{Ti} * T\text{ф} \right) = 8041 \text{ грн}$$

Розрахунок вартості спожитої енергії:

Оскільки автономна насосна станція використовує енергію сонця для роботи тариф на електроенергію станом на конкретну дату не може бути поширений на вирахування спожитої електроенергії.

Визначення інших витрат:

Інші витрати по експлуатації об'єкта проектування включають витрати з охорони праці, на спецодяг та ін. Згідно з практикою, ці витрати визначаються у розмірі 4% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу.

$$\text{Спр} = 12032 * 0{,}04 = 481 \text{ грн} \quad (4.10)$$

$$\text{С} = 20335 + 13235 + 8041 + 481 = 42092$$

ВИСНОВОК

Згідно з розрахунками:

Капітальні витрати складають 254190 грн. Річні експлуатаційні витрати 42092 грн. Також амортизаційні відрахування становлять 20335 грн, річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного обладнання – 8041 грн, загальна величина річного фонду – 12032 грн.

- **Висновок**

Автономна насосна станція може використовуватись для особистого користування у місцевості, де не можливо під’єднатися до спільної електричної мережі та спільної мережі водопостачання. Насосна станція використовується для подачі чистої питної води зі свердловин та колодязів.

У пояснювальній записці розроблено електропривод автономної насосної установки та розглянуто питання згідно охорони праці та техніко – економічне обґрунтування .

ДЖЕРЕЛА

1. https://24work.com.ua/p1411320191-pogruzhnoj-nasos-rona.html - свердловинний насос
2. https://akbmag.com.ua/akkumulyatory/litievye-akkumulyatory/logicpower-lifepo4-3-2v-18ah - акумуляторна батарея
3. https://220volt.com.ua/solnechnij-fotomodul-trinasolar-vertex-540vt-tsm-de19/?gclid=Cj0KCQjw-LOEBhDCARIsABrC0TnA8KHlI9_7xhNhT2vEgCxgteq8YjPLnpQZ1wuZHtbHzmvSg1-PPtQaAsc8EALw_wcB – сонячна панель
4. https://www.tame-power.com/en/products/e-mobility-dcdc-converters - DC/DC перетворювач
5. https://elprivod.nmu.org.ua/ua/student/disciplines/pdpdp.php - методичні вказівки, що до виконання дипломної роботи
6. https://rozetka.com.ua/ua/49847326/p49847326/?gclid=Cj0KCQjwktKFBhCkARIsAJeDT0hODyWM3UD73hkE0v65kTwj9MaTEJrmCyvab5YXLU7XHlQjH9wpBFkaAhAaEALw_wcB – датчик струму
7. https://arduinomaster.ru/program/upravlenie-rele-arduino-sketch/ - методичний матеріал для керування реле

8. https://axiomplus.com.ua/predohraniteli-i-derzhateli/product-105822/?gclid=Cj0KCQjwzYGGBhCTARIsAHdMTQzaVQGZn7jtC8SAbv4gG5vcvw0Ce_k1kePcTEOth2ATqZEMIzpkt5kaAioeEALw_wcB#descr – роз’єднувач
9. https://in-green.com.ua/ustroystvo-plavnogo-puska-soft-start-ast-1-220/ - пристрій м’якого пуску
10. https://novaelectric.com/wp-content/uploads/2014/01/DC-AC_Inverter_Ultra_Lightweight_Rack.pdf - AC/DC перетворювач
11. https://erg.com.ua/p1243583921-datchik-napryazheniya-dlya.html?source=merchant_center&gclid=CjwKCAjwqvyFBhB7EiwAER786VF819FlIIfNBmLg6dZuueWB_Fj9ST5bTER9bkXBAnNmQ6fgdL4BcxoCEiIQAvD_BwE – датчик струму
12. http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno - Arduino UNO