

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Зарядний пристрій для Ni-MH акумуляторів

Студента (ки) __ 6 _ курсу __ ЕС _ групи
напряму підготовки:
6.050802 – електронні пристрої та системи

Мішак А.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник Заяць Т.М.

(прізвище та ініціали)

доцент, к.ф.-м. наук

(посада, вч. звання, наук. ступінь)

Національна оцінка _____

Кількість балів: _____

Оцінка ECTS _____

Члени комісії:

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Ужгород - 2020

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
Ужгородський національний університет
Інженерно-технічний факультет
Кафедра електронних систем

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

на магістерську кваліфікаційну роботу

на тему:

ЗАРЯДНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ NI-MH АКУМУЛЯТОРІВ

Студента групи ЕС: Мішака Аттіля Аттіловича ()

Керівник проекту: доц. Заяць Тарас Михайлович ()

Ужгородський національний університет

Інженерно-технічний факультет

Кафедра Електронних систем

Освітньо-кваліфікаційний рівень "МАГІСТР"

Напрямок підготовки 6.050802 – електронні пристрої та системи

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
д.ф.-м.н., Заяць Т.М.

"__" _____ 2020 р.

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
Студенту Мішаку Аттілу Аттіловичу
(ПРІЗВИЩЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ)

1. Тема МКР Зарядний пристрій для Ni-MH акумуляторів
керівник роботи Заяць Тарас Михайлович к.ф.-м. наук доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по університету від "__" _____ 20__ року № ____.
2. Строк подання студентом роботи "__" _____ 20__ року.
3. Вихідні дані до роботи. Провести пошук аналогів схемо технічних рішень блока управління свердлильним верстатом. Проаналізувати переваги та недоліки різних аналогів об'єкту дослідження. Розробити технічну пропозицію із наступними параметрами: Живлення від мережі +5 В; струм зарядки 150 мА, поріг відключення струму зарядки 1,38 В, поріг включення струму зарядки 1 В, тривалість циклу зарядки 40 с, тривалість вимірювання 1 с.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Вступ
1. Огляд та аналіз прототипу та аналогів об'єкту досліджень
2. Проектно – конструкторський розділ
2.1. Опис структурної та принципової схем пристрою
2.2. Розрахунок окремих блоків пристрою
Висновки
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
1. Структурна (функціональна) схема
2. Електрична принципова схема
3. Друкована плата

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2	Заяць Т.М.		
2,2.1	Спесивих О.О.		
Нормоконтроль	Спесивих О.О.		

7. Дата видачі завдання " ____ " _____ 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання МКР	Строк виконання етапів проекту	При мітка
1	Пошук аналогів об'єкта проектування		
2	Огляду та аналіз аналогів		
3	Вибір технічного рішення та обґрунтування технічної пропозиції		
4	Синтез структурної та принципової схем, друкованої плати їх розрахунок		
5	Виготовлення конструкторської документації.		
6	Конструкторська–технологічна розробка плати		
7	Техніко-економічне обґрунтування		
8	Оформлення магістерської кваліфікаційної роботи		
9			
10			

Студент _____ Мішак А. А.
(підпис)

Керівник МКР _____ Заяць Т.М.
(підпис)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота містить: сторінок — 97; рисунків — 18, таблиць — 12; список використаної літератури - 24.

Об'єкт розробки — зарядний пристрій для Ni-MH акумуляторів.

Мета дослідження — розробити відповідну документацію та провести розрахунки згідно вимог до дипломних проектів. Створити зарядний пристрій для Ni-MH акумуляторів з покращеними експлуатаційними характеристиками.

Робота включає літературний огляд і аналіз пристроїв даного типу та загальні принципи їх побудови. На основі цих даних і вимог технічного завдання, а також з урахуванням даного методу дослідження, розроблено структурну схему, яка відрізняється від своїх аналогів мінімальною кількістю перетворюючих елементів. Проектно-конструкторський розділ містить детальну розробку принципової електричної схеми, розрахунки основних функціональних блоків. Конструкторсько — технологічний розділ містить розрахунок теплових режимів роботи пристрою, а також розрахунок імовірність безвідмовної роботи пристрою в зазначений термін. Техніко — економічний розділ містить розрахунок ціни пристрою.

ЗАРЯДНИЙ, ПРИСТРІЙ, НІКЕЛЬ-МЕТАЛОГІДРИДНИЙ, АКУМУЛЯТОР

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1. ВЛАСТИВОСТІ НІКЕЛЬ-МЕТАЛОГІДРИДНИХ АКУМУЛЯТОРІВ	12
1.1. Основні відомості про Ni-MH акумулятори. Історія виробництва	12
1.2. Конструкція Ni-MH акумуляторів	13
1.3. Конструкція електродів Ni-MH акумуляторів	14
1.4. Конструкція Ni-MH акумуляторів різної форми	17
1.5. Найбільш поширені типорозміри	19
1.6. Переваги і недоліки нікель-метал-гідридних акумуляторів	20
2. ЗАРЯДКА Ni-MH АКУМУЛЯТОРІВ	23
2.1. Зарядка NI-MH акумуляторів	23
2.22 Контроль заряду і розряду	24
3. ОГЛЯД АНАЛОГІВ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ	27
3.1. Автоматичний зарядний пристрій для акумуляторів типу 7Д-0	27
3.2. Зарядний пристрій для Ni-Cd і Ni-MH акумуляторів на мікросхемі TEA1101 (Battery monitor for Nicd and NiMH chargers)	29
3.3. Зарядний пристрій на мікросхемі KP142EH19	35
3.4. Пристрій для швидкої зарядки акумуляторів	41
4. ПРОЕКТНО – КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	45
4.1. Технічна пропозиція та її обґрунтування	45
4.2. Синтез принципової схеми	46

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ			
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив	Мішак А. А.				Зарядний пристрій для Ni-MH акумуляторів Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Заяць Т. М.					у	6	97
Т. контр.						УжНУ, ІТФ, гр. ЕС		
Н. Контр.	Спесивих О. О.							
Затв.	Заяць Т. М.							

4.3. Синтез структурної схеми	48
4.4. Розрахунок елементів електричної схеми	49
4.4.1. Розрахунок генератора імпульсів	49
4.4.2. Розрахунок джерела струму	50
4.4.3. Розрахунок тригера Шмітта	51
5. Конструкторсько–технологічна розробка плати	54
5.1. Проектування та розрахунок друкованої плати	54
5.1.2. Визначення контактних площадок, розмірів друкованих провідників	56
5.1.3. Вибір варіантів встановлення елементів РЕА	59
5.2. Теплові характеристики пристрою	60
5.3. Розрахунок характеристик надійності пристрою	64
6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	70
6.1. Розрахунок собівартості прилад	70
7. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ ПРИЛАДУ	77
7.1. Основні поняття, терміни та визначення в сфері охорони праці	77
7.2. Основні принципи державної політики в галузі охорони праці	81
7.3. Права працівників на пільги та компенсації за важкі та шкідливі умови праці	82
7.4. Фінансування охорони праці	83

7.5. Служба охорони праці підприємства	87
7.6. Основне законодавство з охорони праці	90
7.7. Вимоги електробезпеки	92
7.8. Пожежна безпека	93
ВИСНОВКИ	95
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	96

Додаток 1: МКР.ЕС.150349.01.000 Е1 Схема електрична структурна

Додаток 2: МКР.ЕС.150349.01.000 Е3 Схема електрична принципова

Додаток 3: МКР.ЕС.150349.01.000 Е4 Схема електрична складальна

Додаток 4: МКР.ЕС.150349.01.000 ПЕЗ Друкована плата

Додаток 5: МКР.ЕС.150349.01.000 ПЕЗ Перелік елементів

Додаток 6: МКР.ЕС.150349.01.000 Специфікація

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						8
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Правильна зарядка NiMH акумуляторів є одним з найважчих процесів відносно зарядки других типів акумуляторів тому що пік напруги і подальше падіння, яке було використано для виявлення повного заряду набагато менше на батареях NiMH. В той час, як з літій-іонними і свинцево-кислотними батареями ви можете контролювати перезарядку лише встановлюючи максимальну напругу заряду, нікелеві батареї не мають напруги "плаваючого заряду". Так що зарядка заснована на виштовхуванні струму через акумулятор. Напруга для цього може змінюватися в широкому діапазоні і не є конкретною величиною, як для інших батарей.

Нікель-метал-гідридний акумулятор (англ. Nickel-metal hydride battery, скорочено NiMH) — електричний акумулятор з категорії вторинних батарей у якому позитивним електродом є окисно-нікелевий електрод, а негативним — електрод зі сплавів нікелю з металами рідкоземельної групи, здатних до адсорбції водню і десорбції його при зміні полярності. На відміну від нікель-кадмієвого акумулятора, в якому негативним електродом є кадмієвий електрод, нікель-метал-гідридні акумулятори мають вищі енергетичні характеристики, однак мають вузький температурний діапазон експлуатації і до того ж мають трохи більший саморозряд і більш чутливі до перегріву, що призводить до необхідності вбудовування в батареї елементів захисту.

Бурхливе розширення ринку портативної апаратури сприяло розробці таких акумуляторів. Розробка їх почалася кілька десятиліть тому. В Європі жорсткість екологічних вимог, при значному збільшенні питомих характеристик цих батарей викликали розширення виробництва і використання цих акумуляторів. Заміна негативного електрода з кадмієвого дозволила збільшити в 1,3-2 рази закладку активних мас позитивного електрода, що і визначає ємність нікель-метал-гідридного акумулятора. Негативний електрод виготовляється зі сплавів.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						9
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сплави, що адсорбують водень у 1000 разів більше власного об'єму, були винайдені у 60-х роках минулого століття, і складаються із двох або кількох металів, один із яких адсорбує водень, а інший є каталізатором, що сприяє дифузії атомів водню в решітки.

В листопаді 2005 року з'явився принципово новий тип нікель-метал гідридних акумуляторів, який отримав назву LSD Ni-MH (англ. Low Self-Discharge Nickel-Metal Hydride Battery) - нікель-метал гідридних акумулятори з низьким рівнем саморозряду. Якщо традиційні NiMH акумулятори втрачають до 10% ємності заряду за першу добу і 0,5% після цього, то LSD Ni-MH втрачають від 0,04% до 0,1% в день.

Перезарядка призводить до перегріву та пошкодження клітини, що призводить до втрати ємності, а клітини гідриду нікелю є більш чутливими до цього, ніж NiCd.

Це означає, що зарядні пристрої повинні бути сконструйовані так, що перезарядження не відбувалося.

Існує ряд способів зарядки, які можна використовувати з нікель-металогідридними батареями. На жаль, зарядка NiMH батарей не так проста в порівнянні з іншими типами акумуляторів. Акумулятори NiMH, як і NiCd, вимагають зарядки з використанням постійного струму.

У межах зарядки з постійним струмом існує кілька методів, які можуть бути прийняті для запобігання перезарядження:

- Зарядка за таймером: використання часу для визначення кінця зарядки є найпростішим способом використання. Часто електронний таймер може бути вбудований у зарядний пристрій, хоча багато зарядні пристрої не мають. Цей підхід передбачає, що акумулятор або елемент заряджається від відомого стану зарядки, наприклад, повністю розряджений. Один з проблем цього методу полягає в тому, що якщо акумулятор втратила свою зарядну ємність, то зарядний пристрій, який має доставити 100% заряду протягом

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

розрахованого часу, доставить надлишкову зарядку, додавши ще більше до деградації акумулятора.

- Термічне виявлення: виявлення кінця заряду клітини NiMH шляхом виявлення температури клітини також створює труднощі. Хоча температура батареї підвищується при надмірній зарядці, іноді підвищення температури може бути важко оцінити точно, оскільки центр батареї буде набагато гаряче, ніж зовнішня поверхня.
- Визначення негативного дельта-напруги: удосконалений метод виявлення кінця заряду клітини NiCd полягає у використанні методу $-\Delta V$ -негативного дельта-напруги. Цей метод виявляє падіння напруги, яке з'являється, коли акумулятор стає повністю зарядженою. Однак під час зарядки акумулятора NiMH виявлено, що спостерігається лише невелике падіння напруги. Зарядний пристрій NiMH має бути здатним виявляти падіння напруги близько 5 мВ. Тому для надійного виявлення такого невеликого падіння напруги в зарядний пристрій NiMH необхідно ввести достатню фільтрацію шуму, щоб гарантувати, що помилковий підбір і інший шум не запускали кінець зарядки.

1. ВЛАСТИВОСТІ НІКЕЛЬ-МЕТАЛОГІДРИДНИХ АКУМУЛЯТОРІВ

1.1. Основні відомості про Ni-MH акумулятори. Історія виробництва

Нікель-металогідридні (Ni-MH) акумулятори за своєю конструкцією є аналогами нікель-кадмієвих (Ni-Cd) акумуляторів, а по електрохімічним процесам - нікель-водневих акумуляторів. Питома енергія Ni-MH акумулятора істотно вище питомої енергії Ni-Cd і водневих акумуляторів (Ni-H₂).

Розробка нікель-метал-гідридних (Ni-MH) акумуляторних батарей почалася в 50-70-х рр минулого століття. В результаті був створений новий спосіб збереження водню в нікель-водневих батареях, які використовувалися в космічних апаратах. У новому елементі водень накопичувався в сплавах певних металів. Сплави, абсорбуючі водень в обсязі в 1000 разів більше їх власного обсягу, були знайдені в 1960-х роках. Ці сплави складаються з двох або декількох металів, один з яких абсорбує водень, а інший є каталізатором, що сприяє дифузії атомів водню в решітку металу. Кількість можливих комбінацій застосовуваних металів практично не обмежена, що дає можливість оптимізувати властивості сплаву. Для створення Ni-MH акумуляторів треба було створення сплавів, що здатні працювати при малому тиску водню і кімнатній температурі. В даний час робота по створенню нових сплавів і технологій їх обробки триває в усьому світі. Сплави нікелю з металами рідкоземельної групи можуть забезпечити до 2000 циклів заряду-розряду акумулятора при зниженні ємності негативного електрода не більше ніж на 30%. Перший Ni-MH акумулятор, в якому в якості основного активного матеріалу металгідридних електрода застосовувався сплав LaNi₅, був запатентований Біллом в 1975 р ранніх експериментах з металгідридними сплавами, нікель-металгідридні акумулятори працювали нестабільно, і необхідної ємності батарей досягти не виходило. Тому промислове використання Ni-MH акумуляторів почалося тільки в середині 80-х років після створення сплаву La-Ni-Co, що дозволяє електрохімічних оборотно абсорбувати водень протягом більше 100 циклів. З тих пір конструкція Ni-MH акумуляторних батарей безперервно удосконалювалася в бік збільшення їх енергетичної щільності. Заміна негативних пластин дозволила підвищити в 1,3-2

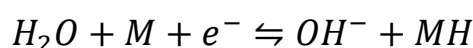
					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						12
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рази ятати активних мас позитивного електрода, який і визначає ємність акумулятора. Тому Ni-MH акумулятори мають в порівнянні з Ni-Cd акумуляторами значно більш високими питомими енергетичними характеристиками. Успіх поширенню нікель-металгідридних акумуляторних батарей забезпечили, висока енергетична щільність і нетоксичність матеріалів, використовуваних при їх виробництві.[\(https://korea1.ru/uk/premery/konechnoe-napryazhenie-na-ni-mh-akkumulyator-chto-nuzhno-znat-o-ni-mh-akkumulyatorah/\)](https://korea1.ru/uk/premery/konechnoe-napryazhenie-na-ni-mh-akkumulyator-chto-nuzhno-znat-o-ni-mh-akkumulyatorah/)

1.2. Конструкція Ni-MH акумуляторів

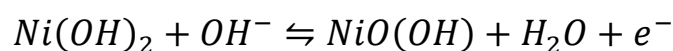
Анодом є водневий метало-гідридний електрод (зазвичай гідрид нікель-лантану або нікель-літію), лужний електроліт — гідроксид калію, катод — оксид нікелю. Залежно від сплаву, з якого виготовлено негативний електрод, напруга розімкнутого ланцюга Ni-MH акумулятора звичайно перебуває в діапазоні 1,32-1,35 В, тобто практично дорівнює напрузі розімкнутого ланцюга нікель-кадмієвого акумулятора. Кількість можливих комбінацій металів, які використовуються як анод, практично не обмежена, що дає можливість оптимізувати властивості сплаву. Сплави нікелю з металами рідкоземельної групи здатні забезпечити до 2000 циклів заряду-розряду акумулятора при зниженні ємності негативного електрода не більше ніж на 30%.

На катоді NiMH акумулятора відбувається така реакція:



Реакція заряду відбувається зліва на право, а розряду — зправа на ліво.

На аноді відбувається така реакція:



“Метал” М в катоді NiMH акумулятора насправді є інтерметаловою сполукою. Багато різних сполук було розроблено для цього, але всіх їх можна розділити на два класи. Найбільш поширеними є AB₅, де А це рідкісноземельні елементи суміш з лантану, церію, неодиму, празеодиму і В це Нікель, Кобальт, Манган, і /або Алюміній. Дуже мало акумуляторів використовують високоємний

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

матеріал для катоду, що базується на АВ2 сполуках, де А це Титан і / або Ванадій і В це Цирконій або Нікель, модифікованого хромом, Кобальт, Залізо, і / або манган, у зв'язку зі зменшенням життя акумулятора. Будь-яка з цих сполук відіграють однакову роль, зворотно утворюючи суміші метало-гідридних сполук.

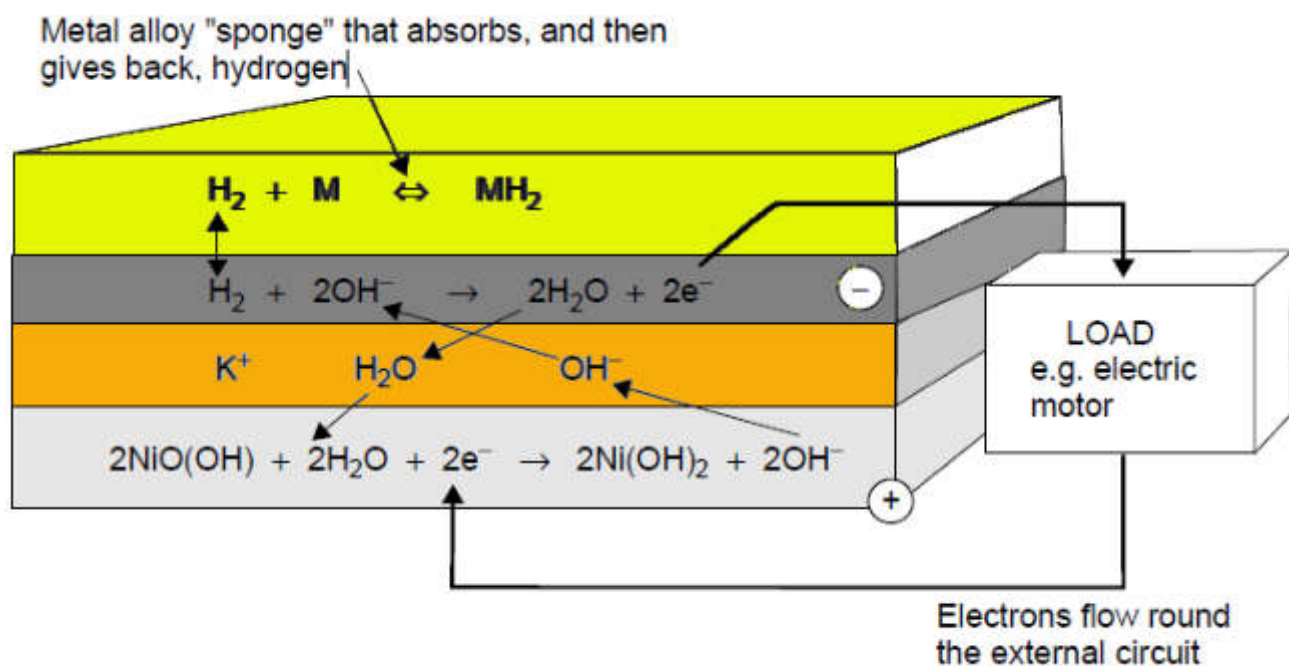


Рис. 1.2.1. Конструкція Ni-MH акумулятора

1.3. Конструкція електродів Ni-MH акумуляторів

Металлводородний електрод

Головним матеріалом, що визначає характеристики Ni-MH акумулятора, є водень-абсорбуючий сплав, який може поглинати обсяг водню, в 1000 разів перевищує свій власний обсяг. Найбільше поширення набули сплави типу $LaNi_5$, в яких частина нікелю замінена марганцем, кобальтом і алюмінієм для збільшення стабільності і активності сплаву. Для зменшення вартості деякі фірми-виробники замість лантану застосовують миш-метал (Mm, який являє собою суміш рідкоземельних елементів, їх співвідношення в суміші близько до співвідношення в природних рудах), що включає крім лантану також церій, празеодим і неодим. При зарядно-розрядному циклюванні має місце розширення і стиснення на 15-25% кристалічної решітки водородабсорбуючих сплавів через абсорбції і десорбції водню. Такі зміни ведуть до утворення тріщин в сплаві з-за збільшення

внутрішнього напруги. Освіта тріщин викликає збільшення площі поверхні, яка піддається корозії при взаємодії з лужним електролітом. З цих причин розрядна ємність негативних пластин поступово знижується. В акумуляторі з обмеженою кількістю електроліту, це породжує проблеми, пов'язані з перерозподілом електроліту. Корозія сплаву призводить до хімічної пасивності поверхні через утворення стійких до корозії оксидів і гідроксидів, які підвищують перенапруження основний токообразующей реакції металогібридного електрода. Освіта продуктів корозії відбувається зі споживанням кисню і водню з розчину електроліту, що, в свою чергу, викликає зниження кількості електроліту в акумуляторі і підвищення його внутрішнього опору. Для уповільнення небажаних процесів диспергування і корозії сплавів, що визначають термін служби Ni-MH акумуляторів, застосовуються (крім оптимізації складу і режиму виробництва сплаву) два основні методи. Перший метод полягає в Мікрокапсулювання частинок сплаву, тобто в покритті їх поверхні тонким пористим шаром (5-10%) - по масі нікелю або міді. Другий метод, який знайшов найбільш широке застосування в даний час, полягає в обробці поверхні частинок сплаву в лужних розчинах з формуванням захисних плівок, проникних для водню. (<https://oborudow.ru/uk/hodovaya-chast/nikel-metallogidridnye-akkumulyatory-ni-cd-ni-mh-i-li-ion-akkumulyatory-v-chem/>)

Оксиднонікелевий електрод

Оксидно-нікелеві електроди в масовому виробництві виготовляються в наступних конструктивних модифікаціях: ламельні, безламельні спечені (металокерамічні) і пресовані, включаючи таблеткові. В останні роки починають використовуватися безламельні повстяні і пенополімерні електроди.

Ламельні електроди

Ламельні електроди являють собою набір об'єднаних між собою перфорованих коробочок (ламелей), вироблених з тонкої (товщиною 0,1 мм) нікельованої сталевий стрічки.

Спечені (металокерамічні) електроди

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Електроди даного типу складаються з пористої (з пористістю не менше 70%) металлокерамической основи, в порах якої розташовується активна маса. Основу виготовляють з карбонільного нікелевого дрібнодисперсного порошку, який в суміші з карбонатом амонію або карбамідом (60-65% нікелю, решта - наповнювач) напресовують, накочуються або напиллюють на сталеву або нікелеву сітку. Потім сітку з порошком піддають термообробці в відновлювальній атмосфері (зазвичай в атмосфері водню) при температурі 800-960 ° С, при цьому карбонат амонію або карбамід розкладається і випаровується, а нікель спікається. Отримані таким чином основи мають товщину 1-2,3 мм, пористість 80-85% і радіус пір 5-20 мкм. Основу черзі просочують концентрованим розчином нітрату нікелю або сульфату нікелю і нагрітим до 60-90 ° С розчином лугу, яка спонукає осадження оксидів і гідроксидів нікелю. В даний час використовується також електрохімічний метод просочення, при якому електрод піддається катодного обробці в розчині нітрату нікелю. Через освіти водню розчин в порах пластини подщелачивают, що призводить до осадження оксидів і гідроксидів нікелю в порах пластини. До різновидів спечених електродів зараховують фольгові електроди. Електроди виробляють нанесенням на тонку (0,05 мм) перфоровану нікелеву стрічку з двох сторін, методом пульверизації, спиртової емульсії нікелевого карбонільного порошку, що містить речовини, що пов'язують, спіканням і подальшої хімічної або електрохімічної просоченням реагентами. Товщина електрода становить 0,4-0,6 мм.

Пресовані електроди

Пресовані електроди виготовляють методом напресовки під тиском 35-60 МПа активної маси на сітку або сталеву перфоровану стрічку. Активна маса складається з гідроксиду нікелю, гідроксиду кобальту, графіту і сполучного речовини.

Металловойлочные електроди

Металловойлочные електроди мають високопористу основу, зроблену з нікелевих або вуглецевих волокон. Пористість цих основ - 95% і більше. Повстаний електрод виконаний на базі нікельованого полімерного або вуглеграфітового

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						16
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фетру. Товщина електрода в залежності від його призначення знаходиться в діапазоні 0,8-10 мм. Активна маса вноситься в повсть різними методами в залежності від його щільності. Замість повсті може використовуватися пінонікель, Одержуваний никелированием пінополіуретану з подальшим відпалом в відновної середовищі. У високопористу середу вносяться зазвичай методом намазування паста, що містить гідроксид нікелю, і сполучна. Після цього основа з пастою сушиться і вальці. Повстяні і пенополімерние електроди характеризуються високою питомою ємністю і великим ресурсом.

1.4. Конструкція Ni-MH акумуляторів різної форми

Ni-MH акумулятори циліндричної форми

Позитивний і негативний електроди, розділені сепаратором, згорнуті у вигляді рулону, який вставлений в корпус і закритий герметизуючої кришкою з прокладкою (рисунок 1.4.1). Кришка має запобіжний клапан, що спрацьовує при тиску 2-4 МПа в разі збою при експлуатації акумулятора.

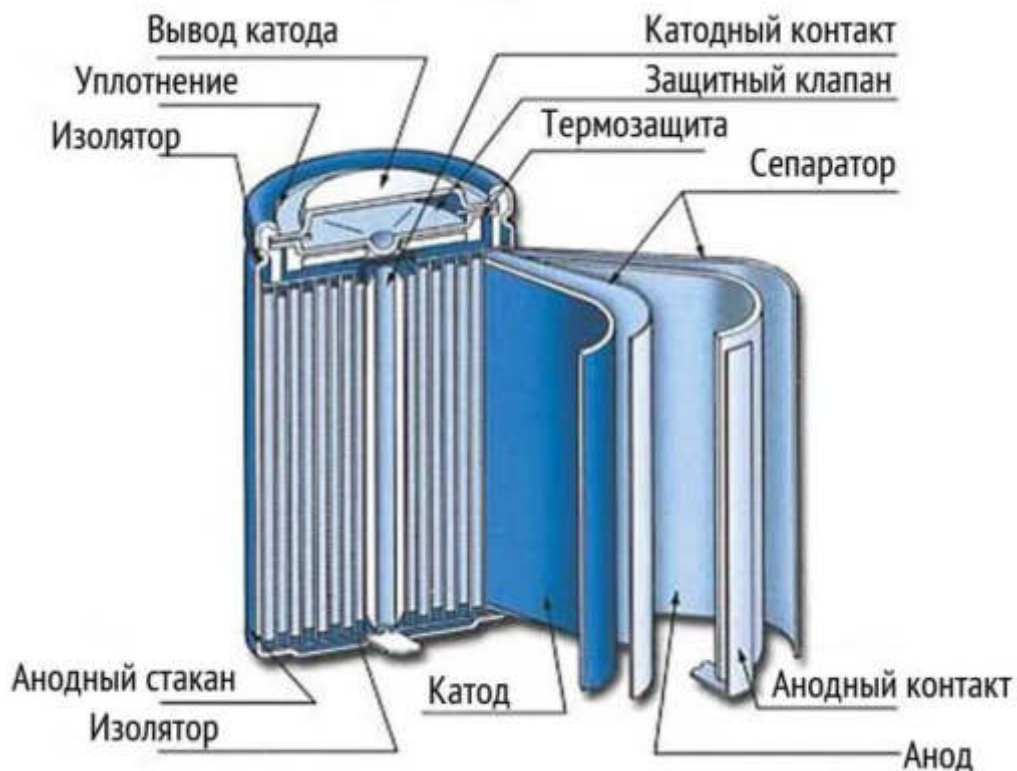


Рис.1.4.1. Конструкція нікель-металгідридних (Ni-MH) акумулятора циліндричної форми («Тримачі елементів АА» <https://globusks.ru>): 1-корпус, 2-кришка, 3-

калпачок клапана, 4-клапан, 5-коллектор положительного электрода, 6-изоляционное кольцо, 7-отрицательный электрод, 8-сепаратор, 9 положительный электрод, 10-изолятор.

Ni-MH аккумуляторы призматической формы

У призматических Ni-MH аккумуляторах положительные и отрицательные электроды размещены по черзѣ, а между ними размещается сепаратор. Блок электродов вставлен в металлический или пластмассовый корпус и закрыт герметизирующей крышкой. На крышке как правило устанавливается клапан или датчик тиску (рисунок 1.4.2).



Рис.1.4.2. Конструкция Ni-MH аккумулятора призматической формы («Тримачі елементів АА» <https://globusks.ru>): 1-корпус, 2-крышка, 3-калпачок клапана, 4-

В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МКР.ЕС.150349.000.ПЗ

Арк

18

клапан, 5-ізоляційна прокладка, 6-ізолятор, 7-отрепательний електрод, 8-сепаратор, 9-позитивний електрод.

1.5. Найбільш поширені типорозміри

Найбільш поширені циліндричні Ni-MH батареї (Таб. 1.5.1): позитивним електродам є виступ на основі циліндра, його діаметр становить близько третини діаметра самого елемента, негативним електродам є плоский або рельєфний контакт на протилежній основі. Батареї цих типів зазвичай поміщені в пластмасовий або металевий корпус, ізолюваний від циліндричного електрода для запобігання короткого замикання, а також для захисту його від корозії.

Таблиця 1.5.1.

Позначення			Типова ємність, мА*г	Розміри (Діаметр*до вжина), мм	Примітка
Основне	ANSI	ДСТУ, ТУ			
A	-	-	-	17-50	
AA	1.2H2	-	1700-2900	14,5*50,5	Елементи такого типорозміру виробляють з 1907 року і є найбільше поширеними
AAA	-	-	800-1000	10,5*44,5	Виробляється з 1911 року
AAAA	25A	-	625-650	8,3*42,5	Лужні 9-вольтові батареї звичайно складаються з 6 елементів AAAA. Окремі елементи застосовуються в малогабаритних електроприладах
B	-	A336	8350	21,5*60	Входять до складу батареї 3336, окремо практично не використовуються
C	14A	A343	4500-6000	26,2*50	-
D	-	-	9000-11500	34,2*61,5	Виробляються з 1898 року, розроблені для електричних ліхтариків, використовуються в електроприладах зі значним споживанням енергії

1.6. Переваги і недоліки нікель-метал-гідридних акумуляторів

Характеристики Ni-MH акумуляторів суттєво залежать від сплаву негативного електрода і технології обробки цього сплаву для збільшення стабільності його складу і структури. Як наслідок, це змушує і виробників акумуляторів уважно ставитися до вибору постачальників сплаву, і покупців акумуляторів — до вибору компанії-виробника.

Конструкція корпусів Ni-MH акумуляторів і NiCd акумуляторів однакова, тому тиск, що розвивається в акумуляторах обох систем при перезаряді і перерозряді, є однаковим. Ідентичними в обох видах акумуляторів є також конструкція позитивних електродів та склад електроліту. Але завдяки підвищеній закладці активних мас оксидно-нікелевого електрода ємність Ni-MH акумулятора значно зросла.

Перевагою перед NiCd акумуляторами є збільшення питомих енергетичних характеристик.

Хоча ефекти, пов'язані з перезарядом оксидно-нікелевого електрода, залишаються, проте у Ni-MH акумуляторів відсутній «ефект пам'яті», властивий Ni-Cd акумуляторам через утворення нікелату в негативному кадмієвому електроді.

Зниження розрядної напруги, що спостерігається при частих і тривалих перезарядках так само, як і в Ni-Cd акумуляторів, може бути усунуте при періодичному здійсненні декількох розрядів до одного вольта. Такі профілактичні заходи достатньо проводити один раз на місяць.

Ni-Cd та Ni-MH акумулятори мають номінальну напругу в елементах 1,25 В (їх розрядні напруги, як правило, вважаються однаковими).

Напруга комірки Ni-Cd / Ni-MH становить лише близько третини номінального 3,6 В, що забезпечується а Літій-іонна комірка (Рис. 1.6.1), що

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						20
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

означає, що конструктор повинен використовувати три послідовно з'єднані Ni-Cd або Ni-MH комірки, щоб дорівнювати напрузі однієї літій-іонної комірки.

Однак на малюнку 1.6.1. також показано найбільшу перевагу Ni-Cd та Ni-MH акумуляторів: їх крива розряду надзвичайно плоска, найближча до ідеальної батареї. Ця важлива різниця між типами батарей означає, що елементи Ni-Cd та Ni-MH добре підходять для використання з лінійними регуляторами, але Li-Ion батареї вимагають комутаційних перетворювачів, щоб отримати хорошу ефективність перетворення енергії в блоці живлення.

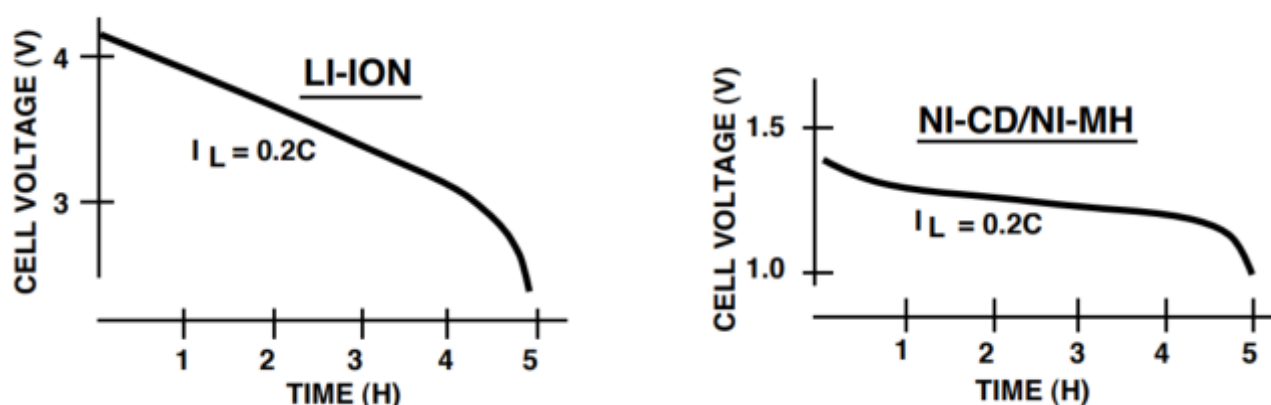


Рис. 1.6.1. Порівняння розрядних характеристик різних типів акумуляторів
(Texas Instruments: Characteristics Of Rechargeable Batteries,
<https://www.ti.com/lit/an/snva533/snva533.pdf>)

Недоліки Ni-MH акумуляторів перед NiCd акумуляторами

- Ni-Cd батареї ефективно працюють у вузькому діапазоні робочих струмів, що пов'язане з обмеженою десорбцією водню металгідридного електрода при надзвичайно високих швидкостях розряду;
- у процесі заряду Ni-MH акумуляторів виділяється більше тепла, ніж при заряді Ni-Cd акумуляторів, тому з метою запобігання перегріву батареї з Ni-MH акумуляторів у процесі швидкого заряду і/або значного перезаряду в них встановлюють термозапобіжник або термореле, які розміщують на стінці одного з акумуляторів у центральній частині батареї;

- мають підвищений саморозряд, що визначається неминучістю реакції водню, розчиненого в електроліті, з позитивним окисно-нікелевим електродом (однак, завдяки використанню спеціальних сплавів негативного електрода, вдалося досягти зниження швидкості саморозряду до величин, близьких до показників для Ni-Cd акумуляторів);
- небезпека перегріву при заряді одного з Ni-MH акумуляторів батареї, а також переполюсування акумулятора з найменшою ємністю при розряді батареї зростає з неузгодженістю характеристик акумуляторів у результаті тривалого циклування; тому розробка батарей більш, ніж з 10 акумуляторів не рекомендується всіма виробниками;
- втрати ємності негативного електрода, які мають місце в Ni-MH акумуляторі при розряді нижче 0 В, безповоротні, що висуває більш жорсткі вимоги до вибору акумуляторів у батареї і контролю процесу розряду, порівняно з використанням Ni-Cd акумуляторів; звичайно рекомендується розряд до 1 В/ак у батареях невеликої напруги й до 1,1 В/ак батареї з 7-10 акумуляторів.

Таблиця 1.6.1.

Характеристика	Ni-Cd	Ni-MH
Енергетична щільність, Вт*г/кг	45-80	60-120
Внутрішній опір (при 6 В), мОм	100-200	200-300
Кількість циклів «заряд-розряд» до падіння ємності до 80% від номінала	1500	300-500
Чис швидкої зарядки, години	1	2-4
Стійкість до перезаряду	середнє	низьке
Саморозряд при кімнатній температурі	20%/місяць	30%/місяць
Номінальна напруга, В	1,25	1,25
Оптимальний струм навантаження	1С	до 0,5С
Піковий струм навантаження	20С	5С
Робоча температура (розряд), С°	-40 - +60	-20 - +60
Питома енергія, Вт*г/л	60-120	100-270

2. ЗАРЯДКА Ni-MH АКУМУЛЯТОРІВ

2.1. Зарядка NI-MH акумуляторів

Напрацювання (число разрядно-зарядних циклів) і термін служби Ni-MH акумулятора в значній мірі визначаються умовами експлуатації. Напрацювання знижується зі збільшенням глибини і швидкості розряду. Напрацювання залежить від швидкості заряду і способу контролю його закінчення. Залежно від типу Ni-MH акумуляторів, режиму роботи та умов експлуатації акумулятори забезпечують від 500 до 1800 разрядно-зарядних циклів при глибині розряду 80% і мають термін служби (в середньому) від 3 до 5 років.

Для забезпечення надійної роботи Ni-MH акумулятора протягом гарантованого терміну потрібно дотримуватися рекомендацій та інструкцію виробника. Найбільшу увагу слід приділити температурному режиму. Бажано уникати перерозряду (нижче 1В) і коротких замикань. Рекомендується використовувати Ni-MH акумулятори за призначенням, уникати поєднання вживаних і невикористаних акумулятора, не припаювати безпосередньо до акумулятора проводи або інші частини. Ni-MH акумулятори чутливіші до перезаряду, ніж Ni-Cd. Перезаряд може привести до теплового розгону. Зарядка як правило проводиться струмом $I_z = 0,1C$ протягом 15 годин. Компенсаційний підзаряд виробляють струмом $I_z = 0,01-0,03C$ протягом 30 годин і більше. Прискорений (за 4 - 5 годин) і швидкий (за 1 годину) заряди можливі для Ni-MH акумуляторів, що мають високоактивні електроди. При таких зарядах процес контролюється по зміні температури T і напруги ΔU і іншим параметрам. Швидкий заряд застосовується, наприклад, для Ni-MH акумуляторів, що живлять ноутбуки, мобільні телефони, електричні інструменти, хоча в ноутбуках і стільникових телефонах зараз в основному використовуються літій-іонні і літій-полімерні акумулятори. Рекомендується також триступеневий спосіб заряду: перший етап швидкого заряду ($1C$ та вище), заряд зі швидкістю $0,1$ протягом $0,5-1$ ч для заключної підзарядки, і заряд зі швидкістю $0,05-0,02C$ як компенсаційний

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						23
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підзарядки. Інформація про способи заряду Ni-MH акумуляторів зазвичай міститься в інструкціях фірми-виробника, а рекомендований струм зарядки вказано на корпусі акумулятора. Зарядний напруга U_z при $I_z \approx 0,3-1C$ лежить в інтервалі 1,4-1,5В. Унаслідок виділення кисню на позитивних пластинах, кількість електрики відданого при заряді (Q_z) більше розрядної ємності (C_p). При цьому віддача по ємності ($100 C_p / Q_z$) становить 75-80% і 85-90% відповідно для дискових і циліндричних Ni-MH акумуляторів.

2.2 Контроль заряду і розряду

Для виключення перезаряда Ni-MH акумуляторних батарей можуть застосовуватися такі методи контролю заряду з відповідними датчиками, що встановлюються в акумуляторні батареї або зарядними пристроями:

- метод припинення заряду по абсолютній температурі T_{max} . Температура батареї постійно контролюється під час процесу заряду, а при досягненні максимального значення швидкий заряд переривається;
- метод припинення заряду по швидкості зміни температури $\Delta T / \Delta t$. При застосуванні цього методу крутизна температурної кривої акумуляторної батареї постійно контролюється під час процесу заряду, а коли цей параметр стає вище виразно встановленого значення, заряд переривається;
- метод припинення заряду по негативній дельті напруги $-\Delta U$. В кінці заряду акумулятора при здійсненні кисневого циклу починає підвищуватися його температура, приводячи до зменшення напруги;
- метод припинення заряду по максимальному часу заряду t ;
- метод припинення заряду по максимальному тиску P_{max} . Використовується зазвичай в призматичних акумуляторах великих розмірів і ємності. Рівень допустимого тиску в призматичному акумуляторі залежить від його конструкції і лежить в інтервалі 0,05-0,8 МПа;
- метод припинення заряду по максимальному напрузі U_{max} . Застосовується для відключення заряду акумуляторів з високим внутрішнім опором, яке

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

з'являється в кінці терміну служби через нестачу електроліту або при низькій температурі.

При застосуванні методу $T_{\max}$ акумуляторна батарея може бути занадто перезаряджаючи, якщо температура навколишнього середовища знижується, або батарея може отримати недостатньо заряду, якщо температура навколишнього середовища значно підвищується. Метод $\Delta T / \Delta t$ може застосовуватися дуже ефективно для припинення заряду при низьких температурах навколишнього середовища. Але якщо при більш високих температурах застосовувати тільки цей метод, то акумулятори всередині акумуляторних батарей будуть піддаватися нагріванню до небажано високих температур до того, як може бути досягнуто значення $\Delta T / \Delta t$ для відключення. Для певного значення $\Delta T / \Delta t$ може бути отримана велика вхідна ємність при більш низькій температурі навколишнього середовища, ніж при більш високій температурі. На початку заряду акумуляторної батареї (як і в кінці заряду) відбувається швидке підвищення температури, що може привести до передчасного відключення заряду при застосуванні методу $\Delta T / \Delta t$. Для виключення цього розробники зарядних пристроїв використовують таймери початкової затримки спрацьовування датчика при методі $\Delta T / \Delta t$. Метод $-\Delta U$ є ефективним для припинення заряду при низьких температурах навколишнього середовища, а не при підвищених температурах. У цьому сенсі метод схожий на метод $\Delta T / \Delta t$. Для забезпечення припинення заряду в тих випадках, коли непередбачені обставини перешкоджають нормальному переривання заряду, рекомендується також використовувати контроль за таймером, який регулює тривалість операції заряду (метод t). Таким чином, для швидкого заряду акумуляторних батарей нормованими струмами 0,5-1С при температурах 0-50 ° С доцільно застосовувати одночасно методи $T_{\max}$ (з температурою відключення 50-60 ° С в залежності від конструкції акумуляторів і батарей), $-\Delta U$ (5-15 мВ на акумулятор), t (зазвичай для отримання 120% номінальної ємності) і $U_{\max}$ (1,6-1,8 В на акумулятор). Замість методу $-\Delta U$ може використовуватися метод $\Delta T / \Delta t$ (1-2 ° С / хв) з таймером початкової затримки (5-10 хв). Про контроль заряду так само см. Соответствующих статтю Після

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

проведення швидкого заряду акумуляторної батареї, в зарядний пристрій передбачають перемикання їх на підзаряд нормованим струмом 0,1 - 0,2 с протягом певного часу. Для Ni-MH акумуляторів не рекомендується заряд при постійній напрузі, тому що може статися «тепловий вихід з ладу» акумуляторів. Це пов'язано з тим, що в кінці заряду відбувається підвищення струму, який пропорційний різниці між напругою електроживлення і напругою акумулятора, а напруга акумулятора в кінці заряду знижується через підвищення температури. При низьких температурах швидкість заряду повинна бути зменшена. В іншому випадку кисень не встигне рекомбінуватися, що призведе до зростання тиску в акумуляторі. Для експлуатації в таких умовах рекомендуються Ni-MH акумулятори з високопористого електродами.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						26
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ОГЛЯД АНАЛОГІВ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

3.1. Автоматичний зарядний пристрій для акумуляторів типу 7Д-0

Цей пристрій забезпечує автоматичну зарядку аккумуляторних батарей 7Д-0 і аналогічних зарубіжного виробництва. Зарядка здійснюється стабільним струмом і по її закінченні, а саме при досягненні певного напруження, вона припиняється. Якщо батарея залишиться підключеною до пристрою на тривалий час, то в міру розрядки вона буде періодично автоматично заряджатися і тому завжди готова до роботи, перезарядка при цьому виключена. Всі режими роботи показує світлодіодами.

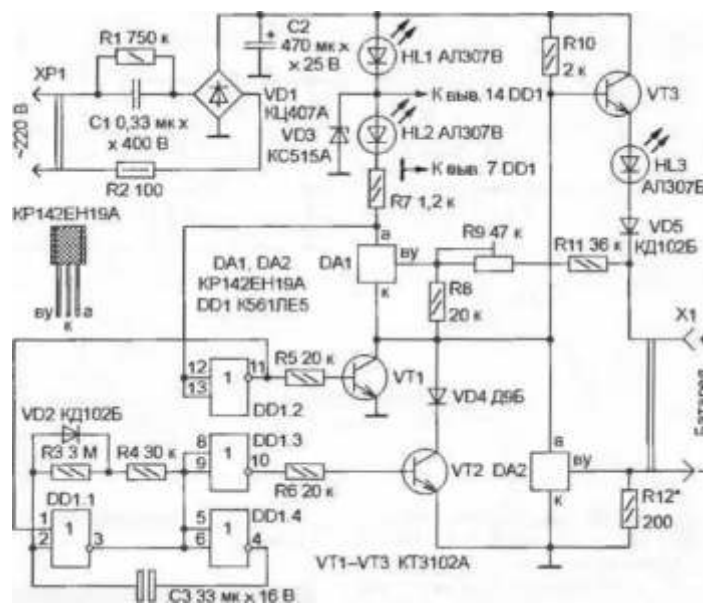


Рис. 3.1.1. Принципова схема автоматичного зарядного пристрою 7Д-0

Воно складається з вузла живлення (C1, VD1, C2, HL1, VD3), компаратора (DA1), стабілізатора зарядного струму (DA2, VT3) і з вузла управління. Останній містить несиметричний генератор імпульсів (DD1.1, DD1.4), буферні елементи (DD1.2, DD1.3) і транзисторні ключі (VT1, VT2). Резистор R1 служить для розрядки гасить конденсатора C1 при відключенні пристрою від мережі, R2 обмежує пусковий струм. Як компаратора і в стабілізаторі струму застосовані мікросхеми паралельного стабілізатора напруги KP142EH19A.

Працює пристрій наступним чином. У момент підключення його до мережі загоряються світлодіоди HL1, HL2. Після приєднання батареї акумуляторів

починають працювати стабілізатор струму, генератор імпульсів і спалахує світлодіод HL3, сигналізуючи про протікання зарядного струму, а HL2 гасне.

При несправній батареї (наприклад, немає контакту між акумуляторами) або відсутності контакту в сполучної колодці X1 світлодіод HL3 горіти не буде. Якщо ж в акумуляторі коротке замикання, HL3 буде горіти, а HL1 згасне.

Режим роботи генератора встановлений таким, що транзистор VT2 відкривається на кілька секунд через кожні 2 хв.

При закритому VT2 відкритий транзистор VT3 і батарея акумуляторів заряджається стабільним струмом (фаза зарядки). Коли ж VT2 відкривається, зарядка припиняється (HL3 гасне) і напруга батареї через дільник R8R9R11 і резистор R12 надходить на компаратор напруги DA1 (фаза контролю). Таким чином, протягом 2 хв відбувається зарядка батареї, потім на кілька секунд вона переривається і контролюється напруга батареї, після чого зарядка триває ще 2 хв і т. Д. Процес триває до тих пір, поки напруга на акумуляторі не досягне встановленого значення. У цей момент на аноді DA1 з'являється низький логічний рівень, а на виході елемента DD1.2 - високий. В результаті перестає працювати генератор на елементах DD1.1, DD1.4, відкривається транзистор VT1, а VT3 закривається (HL3 гасне) і зарядка акумуляторів припиняється. Індикатором закінчення зарядки служить світлодіод HL2.

Для того щоб перемикання компаратора було стійким, введений гістерезис - в колекторний ланцюг транзистора VT2 включений діод VD4. Завдяки цьому після спрацювання компаратора на нього надходить напруга з батареї, приблизно на 0,25 В більшу того, від якого він спрацював. Якщо батарею не відключати, після закінчення деякого часу вона трохи розрядиться, компаратор переключиться в початковий стан і процес зарядки почнеться заново.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						28
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Зарядний пристрій для Ni-Cd і Ni-MH акумуляторів на мікросхемі TEA1101 (Battery monitor for Nicd and NiMH chargers)

Вже багато років в магазинах і на ринках можна зустріти Ni-Cd (нікель-кадмієві) акумулятори та батареї, які при відповідних умовах експлуатації витримують до 1000 циклів зарядки-розрядки. До недоліків цих акумуляторів відноситься так званий "ефект пам'яті". Полягає він у тому, що використовуваний акумулятор необхідно доводити до стану повної розрядки (близько 1 В на акумулятор) і тільки тоді починати новий цикл зарядки.

Поряд з широко поширеними нікелькадмієвими акумуляторами з'явилися і також широко стали застосовуватися відносно нові - Ni-MH (нікель-металогідридні). При тих же габаритах, що і Ni-Cd, ці акумулятори мають майже вдвічі більшу ємність. У Ni-MH акумуляторів великий внутрішній опір і малі значення пікового струму розрядки, тому вони не призначені для харчування енергоспоживаючих пристроїв, таких як електродрілі, електровивертки, компресори, пилососи і т. д.

Внаслідок неправильних методів зарядки "життєздатність" акумуляторів скорочується до 30%. Пошкоджені акумулятори, в свою чергу, при утилізації завдають непоправної шкоди навколишньому середовищу. Отже, правильна і грамотна зарядка акумуляторів принесе не тільки принципову фінансову економію, а й надасть позитивний екологічний ефект.

Найдешевші і найпростіші пристрої для зарядки акумуляторів складаються з трансформатора, випрямного діода, струмообмежувального резистора і світлодіода. Трансформатор знижує напруга мережі 220 В до 4...12 В, яке потім випрямляє однополуперіодний випрямляч. Резистор обмежує зарядний струм, а світлодіод сигналізує, що акумулятор підключений до зарядного пристрою. Пристрої в основному виробництва азіатських країн з подібними або ідентичними схемами нерідко можна зустріти в магазинах. Виготовлення таких пристроїв не тягне накладних витрат, проте слід пам'ятати, що вони не захищають акумулятори

від перезарядки. Уже через кілька циклів в акумуляторах можуть з'явитися незворотні зміни, що скорочують термін їх служби.

Під час зарядки необхідно постійно стежити за струмом, підтримуючи його на певному рівні. Для скорочення часу зарядний струм збільшують, він може досягати значення, чисельно рівного 100% ємності акумулятора. Якщо за таких умов не відстежити момент повної зарядки, можливо накопичення газів всередині акумулятора і збільшення тиску аж до його механічного пошкодження і виходу з ладу.

Ступінь зараженості можна контролювати, постійно вимірюючи температуру корпусу акумулятора. Цей метод заснований на так званому негативному температурному коефіцієнті (близько $-1 \text{ мВ} / ^\circ \text{C}$) Ni-Cd і Ni-MH акумуляторів. Зарядку припиняють при відповідному значенні температури, яке розраховують для кожного конкретного випадку. Однак цей метод не має широкого поширення, беручи до уваги труднощі, які виникають при спробах точного вимірювання температури і необхідності ведення точних розрахунків.

Є ще один спосіб контролю повної зарядки акумулятора, заснований на виявленні зменшення напруги, в літературі його часто називають метод ΔV . Він полягає у відстеженні зміни напруги на висновках акумулятора в часі і припинення зарядки в момент досягнення максимуму характеристики. Саме цей метод - вимірювання знака ΔV - і лежить в основі принципу роботи пристрою, про який піде мова далі.

Метод виявлення максимуму яв-ляється сьогодні найточнішим способом визначення моменту закінчення зарядки Ni-Cd і Ni-MH акумуляторів. Напруга на висновках акумулятора при постійному зарядному струмі є монотонно зростаючу функцію. Після повного зарядження акумулятора, він перестає запасати енергію, а біля плюсового електрода починає накопичуватися газ. Це призводить до швидкого підвищення температури та зменшення напруги на висновках акумулятора. Спеціалізована мікросхема (в описуваному зарядному пристрої TEA1101) через определен-ние інтервали вимірює поточне напруга на заряджає акумулятор і

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						30
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

порівнює його з попереднім виміром. Якщо результат порівняння приймає негативне значення, т. Е.

Поточна напруга менше попереднього, і подібне явище повторюється при декількох десятках вимірювань - зарядний пристрій переходить в режим консервативної зарядки струмом в межах 1/20 ... 1/80 від номінальної ємності акумулятора . Консервативна зарядка не веде до подальшого виділення газу в акумуляторі і не заподіює йому шкоди.

Значення ΔV , яке в змозі виміряти зарядний пристрій, залежить від застосовуваної мікросхеми, а точніше, від розрядності вбудованого в неї аналого-цифрового перетворювача, що перетворює напругу в цифровий код. У мікросхемі TEA1101 число розрядів дорівнює 12, що забезпечує дискретність в 0,025% від абсолютного значення напруги. Цього достатньо для акумуляторів обох типів, в той час як, наприклад, мікросхема TEA1100 має всього лише 10-розрядний АЦП, точності якого вистачить тільки для роботи з Ni-Cd акумуляторами.

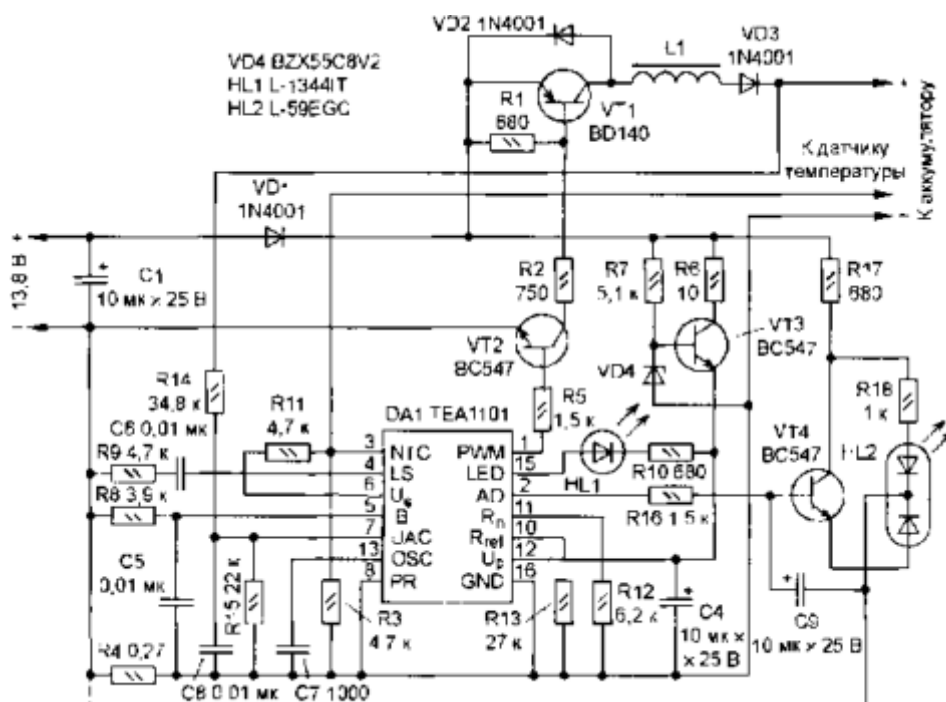


Рис. 3.2.1. Принципова схема зарядного пристрою для Ni-Cd і Ni-MH акумуляторів на мікросхемі TEA1101

Основа пристрою - спеціалізована мікросхема TEA1101 (DA1). Напруга живлення мікросхеми стабілізує стабілізатор VT3, VD4, R6, R7 на рівні 8 В, проте вона зберігає працездатність до напруги 11,5 В. На вхід ІВ (вивід 5) мікросхеми надходить напруга, пропорційне зарядного струму акумулятора, з датчика струму - резистора R4, яке порівнюється з заданими значеннями струму прискореної і консервативної зарядки, обумовленими відповідно резисторами R13 і R12. У разі відхилення зарядного струму від заданого значення на виході аналогового управління АТ (вивід 2) виникає напруга, що управляє. Якщо в зарядному пристрої застосований лінійний регулятор, то ця напруга надходить на регулюючий транзистор, який і здійснює корекцію. Однак в мікросхемі TEA1101 є вбудований широтно-імпульсний модулятор і відповідно вихід широтно-імпульсного управління PWM (вивід 1). Імпульсне регулювання зарядного струму має всі переваги ШИ-регуляторів перед лінійними - вищий ККД, мале розсіювання потужності на регулюючому елементі і т. П. Описується зарядний пристрій побудовано саме за принципом ШИ-регулювання, а аналоговий сигнал поданий на вузол управління VT4, R16- R18 двоколірним світлодіодом HL2, за кольором і яскравістю якого можна приблизно судити про зарядному струмі. Максимально яскраве світіння червоного світлодіода означає, що акумулятор заряджається прискорено (транзистор VT4 максимально відкритий). Плавний перехід від червоного через помаранчевий колір до зеленого говорить про зменшення регулюючого напруги і прикритті регулюючого елемента.

Яскраве зелене свічення настає з моменту переходу в режим консервативної зарядки.

Таблиця 3.2.1.

C, мА*ч	110	300	600...700	750...850	1000... 1200
R8, Ом	620	1600	3900	4700	6800
I_{fast} , А	0,106	0,274	0,669	0,806	1,166
I_{norm} , А	0,012	0,030	0,073	0,088	0,127

Таблиця 3.2.2.

Число аккумулято- рів в батареї	1	2	3	4	5	6
Напруга повністю заряженої батареї, В	1,6	3,2	4,8	8,4	8	9,6
Напруга на виході ЗП, В	7,4	9	10,6	12,2	13,8	15,4
Падіння напруги на діодах і регулюючих елементах, В	6,4	4,8	3,2	5,8	4,2	2,6
Напруга живлення ЗП, В	13,8			18		
Напруга на вході АЦП, В	1,7	2,3	2,9	2,4	2,8	3,2
Опір ре- зистора 1415, кОм	22			12		

На жаль, подібна індикація не дозволяє точно визначити момент досягнення повного заряду. Однак у мікросхеми TEA1101 передбачений спеціальний вихід LED (вивід 15) для управління світлодіодом. Цей світлодіод (HL1) в різні фази

зарядки по-різному, тим самим надаючи повну інформацію про події в зарядному пристрої процесах. Якщо світлодіод не світиться або світиться дуже слабо, можливо пульсує з малим рівнем яскравості, акумулятор не підключений до зарядного пристрою. Постійно і яскраво світить - йде ус-корінна зарядка акумулятора. Яскраво блимає - акумулятор повністю заряджений. Якщо при першому включенні сигналізація така ж, як і при закінченні зарядки, акумулятор, швидше за все, вийшов з ладу і відновленню не підлягає. Природно, у всіх цих ситуаціях треба звертати увагу ще й на двоколірний світлодіод, його світіння говорить про те, йде реально зарядка чи ні.

Спочатку промисловий пристрій було призначене для зарядки акумуляторів або батарей, що складаються з двох або трьох акумуляторів ємністю 600 ... 700 мАч. Однак цей пристрій можна піддати нескладної доробки, в результаті якої його можливості істотно розширюються. Справа в тому, що всі параметри зарядного пристрою можна задати шляхом підбору відповідних елементів і напруги живлення.

Крім того, щоб заряджати батареї з великим числом акумуляторів, слід змінити коефіцієнт передачі резистивного подільника R14R15 на вході UAC мікросхеми (вивід 7). У табл. 2 приведені шість варіантів батарей, що містять від одного до шести акумуляторів. З огляду на, що максимальний струм швидкої зарядки для акумуляторів ємністю 1000 ... 1200 мАг повинен бути приблизно 1 А, а падіння напруги на регулюючому елементі і двох діодах складе близько 2,5 В, необхідну напругу джерела живлення при зарядці батарей, що складаються з чотирьох і більше акумуляторів, вибираємо рівним 18 В.

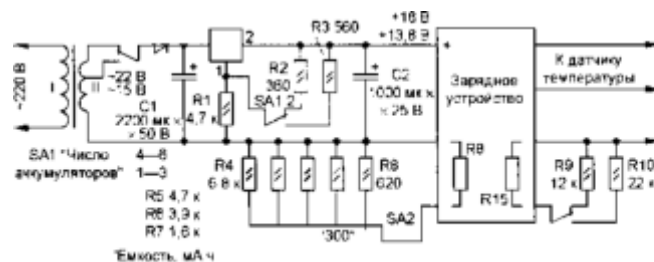


Рис. 3.2.2. Схема допрацьованого варіанту пристрою

3.3. Зарядний пристрій на мікросхемі KP142EH19

Відомо, що навіть алгоритм швидкої зарядки (струмом $1 \dots 2C$, де C - ємність акумулятора) передбачає тривалість процесу зарядки $1 \dots 5$ ч. Важко уявити, що весь цей час за процесом буде вестися спостереження. І це при тому, що саме швидка зарядка є найбільш небезпечною. Навіть при невеликому недотриманні режиму можливий розрив корпусу акумулятора з усіма витікаючими наслідками. Істотно більш безпечна стандартна зарядка струмом $0,1 C$, але вона триває надто довго (до $14 \dots 16$ ч).

Описаний пристрій забезпечує прискорену зарядку ($4 \dots 7$ год) одного Ni-Cd або Ni-MH акумулятора ємністю від 250 до 1000 мА-ч. Широкий інтервал струму зарядки аж ніяк не сприяє безпеці роботи пристрою через можливих помилок користувача при установці струму зарядки, тому передбачені різні способи захисту акумулятора і самого зарядного блоку. В результаті вийшов пристрій, яке може видатися надто складним. Однак ця складність окупиться продовженням терміном служби акумулятора і спокоєм за протипожежну обстановку в квартирі.

Можливість зарядки лише одного акумулятора обумовлена бажанням забезпечити повну і, знову ж таки, безпечну зарядку. З технічних характеристик пристрою слід зазначити "м'який" режим прискореної зарядки, автоматичне відключення акумулятора після закінчення зарядки, захист від неправильної полярності його підключення і від перегріву, індикацію режимів, звукове сповіщення про аварійний режим і, нарешті, досить низька напруга живлення (від 3, 5 в), що в деяких випадках може виявитися вельми бажаним.

Принципова схема пристрою зображена на рис. 4. Його основна частина - стабілізатор струму - складається з трьох вузлів: задає стабілізатора напруги і двох ідентичних за схемою регуляторів струму. Основний регулятор (DA6.1, VT3) забезпечує струм зарядки, що дорівнює $0,1 C$, і працює на протязі всього циклу. Другий регулятор (DA6.2, VT4) - його можна назвати форсованим - видає струм, рівний $0,3 C$, і включається, коли напруга на акумуляторі більше $0,6$

В, але не досягло 1,4 В. У цей час працюють обидва регулятори і, коли вони включені паралельно, живлять акумулятор сумарним струмом 0,4 с.

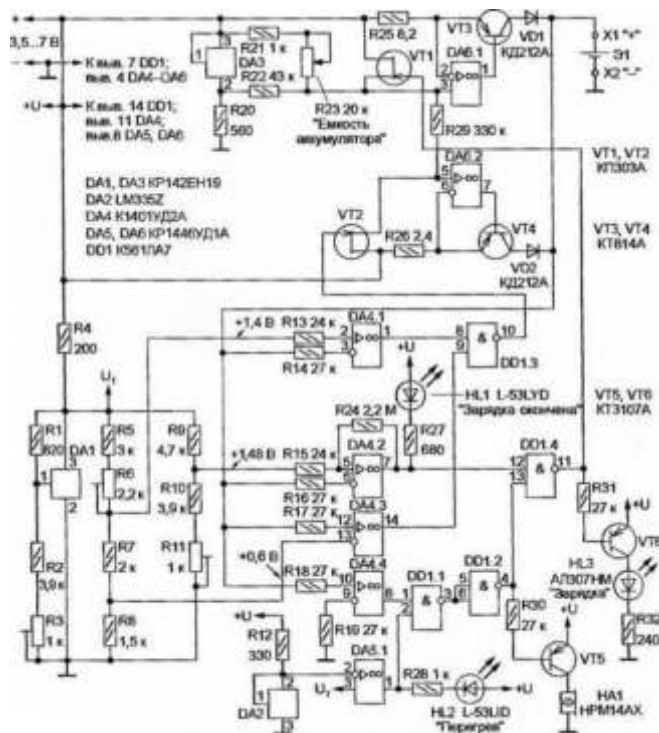


Рис. 3.3.1. Зарядний пристрій на мікросхемі КР142ЕН19

(Виноградов Ю. А. Радиолюбителю- конструктору: Си-Би связь, дозиметрия, ИК техника, электронные приборы, средства связи. — М: ДМК, 1999.)

Можливість зарядки лише одного акумулятора обумовлена бажанням забезпечити повну і, знову ж таки, безпечну зарядку. З технічних характеристик пристрою слід зазначити "м'який" режим прискореної зарядки, автоматичне відключення акумулятора після закінчення зарядки, захист від неправильної полярності його підключення і від перегріву, індикацію режимів, звукове сповіщення про аварійний режим і, нарешті, досить низька напруга живлення (від 3, 5 в), що в деяких випадках може виявитися вельми бажаним.

Принципова схема пристрою зображена на рис. 4. Його основна частина - стабілізатор струму - складається з трьох вузлів: задає стабілізатора напруги і двох ідентичних за схемою регуляторів струму. Основний регулятор (DA6.1, VT3) забезпечує струм зарядки, що дорівнює 0,1 С, і працює на протязі всього циклу. Другий регулятор (DA6.2, VT4) - його можна назвати форсованим - видає струм, рівний 0, 3С, і включається, коли напруга на акумуляторі більше 0,6 В, але не

досягло 1,4 В. У цей час працюють обидва регулятора і, коли вони включені паралельно, живлять акумулятор сумарним струмом 0,4 с.

Це і є "м'який" режим прискореної зарядки.

Обмеження на роботу форсованого регулятора струму обумовлені наступним. Якщо акумулятор сильно розряджений (напруга на ньому $U_{akk} < 0,6$ В), заряджати його великим струмом небезпечно, тому зарядка проводиться струмом 0,1 С за участю тільки основного регулятора струму. Коли ж напруга U_{akk} досягає 1,4 В, форсований регулятор відключається, так як зто напруга близько до граничного, і подальшу зарядку доцільно проводити стандартним струмом 0,1 С. Після досягнення $U_{akk} = 1,48$ В відключається і основний регулятор - зарядка припиняється. При цьому світлодіод HL3 ("Зарядка") гасне, а HL1 ("Зарядка закінчена") загоряється. Діоди VЛ1, V02 запобігають розрядку акумулятора після припинення зарядки.

Обидва регулятора є джерелом струму, керованими напругою. Керуюча напруга (щодо плюсового проводу живлення) формується задає стабілізатором напруги DA3 і регулюється змінним резистором R23 (їм встановлюють необхідний струм зарядки в залежності від ємності акумулятора).

Особливість застосованих в регуляторах струму ОУ КР1446УД1А - здатність працювати при низькій напрузі харчування (від 2,5 В при однополярному), а головне, в тому, що розмах вхідних і вихідних сигналів у них практично дорівнює сумі напруг харчування. У нашому випадку DA6.1 працює з вхідною напругою, рівним $U_s - U_{r25}$, де U_s - позитивне напруга живлення, а U_{r25} – падіння напруги на вимірювальному резисторі R25. Останнє, по суті, є "копією" керуючої напруги (як відомо, напруги на обох входах ОУ, охопленого ООС, збігаються з точністю до напруги зсуву нуля). Таким чином, при зарядному струмі 25 мА (для акумулятора ємністю 250 мАг) $U_{r25} = 0,2$ В. Це означає, що аходное напруга може бути всього на 0,2 У менше позитивного напруги живлення ОП DA6.1. Поширені ОУ допускають роботу з вхідними напругами не більше ($U_s = 1,5 \dots 2$) В.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						37
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Те ж можна сказати і про вихідних напругах. В процесі зарядки DA6.1 забезпечує вихідна напруга, рівне $1) U - U_{r25} - U_{be\ vt3}$, де $U_{be\ vt3}$ - пряма напруга на емітерний перехід VT3 (0,6 ... 0,8 В).

Для припинення роботи регулятора струму ОУ забезпечує напругу, рівну U_s , закриваючи, таким чином, транзистор.

Все сказане вище відноситься і до форсованого регулятора на DA6.2. Вимикаються обидва регулятора транзисторами VT1 і VT2 відповідно (точніше, це робить VT1, так як відкрившись, він шунтирует резистори R21, R23, з яких подається напруга на входи обох ОУ).

У вимкненому стані вихідний струм регулятора не дорівнює нулю, так як не дорівнює нулю напруга на резисторі R25. Тому дві причини. По-перше, відмінно від нуля опір каналу відкритого польового транзистора VT1, тому і напруга U_{sevt1} становить кілька мілівольт. Друга причина - напруга зсуву нуля ОУ DA6. 1. В результаті напруга на резисторі R25 залежить від знака напруги зсуву нуля і одно $U_{se\ vt1} \pm U_{cm\ DA6.1}$. В даному випадку краще використовувати ОУ КР1446УД1А, у нього напруга зсуву не перевищує $\pm 3\text{ мВ}$, тому в вимкненому стані регулятор видає невеликий залишковий струм 1 ... 3 мА.

Точно так само поводиться і форсований регулятор струму. В результаті після закінчення зарядки стабілізатор струму підтримує на акумуляторі деяку напругу, що перешкоджає його розрядки за рахунок саморазрядки і струму витоку через ланцюга пристрою. Заподіяти акумулятора шкоду настільки малий струм не може. Крім того, така особливість забезпечує пристрою стабільність при добуванні акумулятора і поданому вхідному напрузі.

Струм, що задається основним регулятором, дорівнює U_{reg} / R_{25} , де U_{reg} - падіння напруги на резисторах R21 R23 (без урахування напруги зсуву нуля ОУ DA6.1, його вхідного струму і струму витоку закритого каналу VT1). U_{reg} залежить від напруги стабілізації DA3 (2,5 В) і коефіцієнта ділення подільника напруги R21-R23 (як зазначалося, воно відраховується від "плюса" харчування). Струм, що задається форсованим регулятором, визначається аналогічно.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						38
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звернемося тепер до другої частини пристрою, що складається з форміровача зразкових напруг, компараторів, в якості яких використані ОУ мікросхем DA4, DA5, і логічного вузла.

Як видно зі схеми, напруга з акумулятора подається на входи компараторів DA4.1-DA4.4 безпосередньо, а через резистори R14. R16-R18, щоб уникнути пошкодження ОУ при вставленому акумуляторі і відключеному харчуванні зарядного пристрою. Резистори на "зразкових" входах усувають похибка, викликану вхідними струмами ОУ (але не різницею вхідних струмів). "Зразковий" вхід ОУ DA4.3 такого резистора не має, так як від цього компаратора високої точності не потрібно.

Компаратор DA4.1 визначає момент відключення форсованого регулятора струму (при досягненні напруги на акумуляторі 1,4 В), DA4.2 - момент закінчення зарядки і видає сигнал на відключення основного регулятора струму. Резистор R24, що створює позитивний зворотний зв'язок, формує невеликий (близько 40 мВ) гістерезис, що дозволяє уникнути нестійкого стану компаратора після припинення зарядки.

Компаратор DA4.3 видає сигнал на включення форсованого регулятора струму, коли напруга на акумуляторі перевищить 0,6 В, а DA4.4 "перевіряє" правильність підключення акумулятора: при невірної полярності регулятори струму відключаються і п'єзоелектричний дзвінок HA1 видає попереджувачий звуковий сигнал. Для визначення полярності використана здатність ОУ КР1401УД2А працювати з вхідними напругами, меншими напруги живлення негативної полярності.

Важлива особливість описуваного пристрою - контроль температурного режиму заряджає акумулятор. Він здійснюється за допомогою датчика температури DA2 і ОУ DA5.1. LM335Z - інтегральний стабілізатор напруги з лінійної температурної характеристикою: його вихідна напруга збільшується на 10 мВ при підвищенні температури на кожний градус Цельсія. При температурі 25 ° С (298 К) вихідна напруга дорівнює 2,98 В. При розігріві акумулятора приблизно

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						39
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до 33 ° С спрацьовує компаратор DA5.1, зарядка припиняється, загоряється світлодіод HL2 ("Перегрів") і лунає звуковий сигнал (такий же, як і при неправильній полярності підключення акумулятора). Зразкові напруги на компаратори надходять з формувача, виконаного на DA1.

Логічне пристрій на елементах мікросхеми DD1 обробляє сигнали, що надходять з компараторів, управляє світлодіодними індикаторами, дзвінком і регуляторами струму.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						40
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4. Пристрій для швидкої зарядки акумуляторів

Пристрій призначений для прискореної зарядки батарей Ni-Cd і Ni-MH акумуляторів експоненціально зменшуючим струмом. До його переваг можна віднести можливість вибору часу зарядки в межах від 45 хв до 3 год, простоту виготовлення і налагодження, відсутність нагріву акумуляторів в кінці зарядки, можливість візуального контролю процесу зарядки, автоматичне відновлення процесу при відключенні і наступному включенні електроживлення, зручність користування. Пристрій можна використовувати в якості стенду для зняття зарядно-розрядних характеристик акумуляторів.

При зарядці великим постійним струмом ($0,5E$ і більш, де E -ємність акумулятора) акумулятор починає нагріватися після 75 ... 80% -ного заряду, причому Ni-MH акумулятори нагріваються більше, ніж Ni-Cd. Після повної зарядки акумулятора температура прискорено зростає, і якщо цей процес вчасно не зупинити, то він завершується займанням або вибухом акумулятора. Рекомендована температура припинення зарядки - $+45^{\circ}\text{C}$. Однак цей критерій годиться тільки як аварійний: поєднання перезарядки з перегрівом знижує ємність акумулятора і, отже, скорочує термін його служби.

Досягнення певної напруги на акумуляторі також не є задовільним критерієм закінчення процесу. Справа в тому, що його значення, відповідне повній зарядці, заздалегідь невідомо, так як залежить від температури і "віку" акумулятора. Помилка в кілька мілівольт призводить до того, що зарядка акумулятора ніколи не закінчиться або завершиться занадто рано.

При зарядці постійним струмом легко контролювати заряд - він прямо пропорційний тривалості процесу. Зокрема, його величину можна встановити рівної номінальної ємності акумулятора. Але з плином часу його ємність зменшується і в кінці терміну служби складає приблизно 80% номіналу. Тому обмеження заряду номінальною ємністю не гарантує відсутності перезарядки і перегріву акумуляторів і, отже, не може бути єдиним критерієм закінчення зарядки.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						41
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найскладніший критерій закінчення процесу - момент, коли напруга на акумуляторі досягає максимуму, а потім починає зменшуватися. Максимальна напруга на акумуляторі відповідає повній зарядці, але воно є наслідком нагріву акумулятора в процесі відновлення заряду. Величина максимуму дуже мала, особливо у Ni-MH акумуляторів (близько 10 мВ), тому для його виявлення застосовують АЦП або перетворювачі напруги в частоту. При зарядці батареї максимум напруги різних її елементів досягається в різний час, тому бажано контролювати кожен з них окремо, до того ж зустрічаються акумулятори з аномальною зарядною характеристикою, на якій цей максимум відсутній. Інакше кажучи, контроль тільки напруги недостатній, необхідно ще контролювати і температуру, і величину заряду, пропущеного через батарею.

Таким чином, при зарядці батареї великим незмінним струмом необхідно контролювати кожен її елемент за кількома критеріями, що ускладнює зарядний пристрій. Лише зарядка малим струмом (не більше 0,2Е) не викликає аварійного перегріву акумуляторів навіть при великій перезарядки. У цьому випадку стан кожного елемента контролювати не потрібно, зарядний пристрій виходить дуже простим, але і недолік його очевидна - тривалий час зарядки.

Існують зарядні пристрої, в яких спочатку великий зарядний струм зменшується з плином часу. У цьому випадку також не потрібно контролювати стан кожного елемента батареї. Але в цих пристроях відсутній контроль величини заряду, а в якості критерію повної зарядки використовується досягнення певної напруги, що, як згадано вище, не є задовільним.

На практиці ж залежність струму зарядки від часу відрізняється від експоненційної, так як еквівалентна ємність і вихідний опір джерела змінюються в процесі зарядки. Але навіть якщо знехтувати зазначеним відзнакою, то найважливіший параметр - постійна часу зарядки - невідомий, внаслідок чого неможливий контроль пропущеного через акумулятор заряду. Тому зарядка закінчується знову ж по досягненню певного напруження.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						42
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У пропонованому пристрої ток зарядки в формі експоненціально зменшується імпульсу обраний тому, що його легко реалізувати за допомогою найпростішої RC-ланцюга. Завершується він природним чином, в результаті чого відпадає необхідність у таймері, що відключає акумулятори після заданого часу, заряд обмежений, навіть якщо акумулятори знаходяться в зарядному пристрої тривалий час. Істотно, що струм зарядки виробляється генератором струму, тому його значення і форма не залежать ні від напруги на акумуляторах, ні від нелінійності їх зарядних характеристик.

Принципова схема пристрою зображена на рис. 5. Підсилювач струму зібраний на ОУ DA2.1 і транзисторах VT2 і VT3. Напруга живлення ОУ стабілізовано мікросхемою DA1. Вузол на транзисторі VT1 контролює величину цієї напруги. Коли воно в нормі, цей транзистор відкритий, через обмотку реле K1 тече струм, контакти реле K1.1 замкнуті, світлодіод HL1 світиться, сигналізуючи про нормальну роботу пристрою. Вимикачем SA1 вибирають режим зарядки: постійним струмом (коли його контакти замкнуті) або експоненціально зменшується (коли вони розімкнуті). Резистори R2 і R3 утворюють дільник напруги. Напруга на движку змінного резистора R3 визначає струм зарядки. У режимі "Постійний" це напруга через резистор R1 і замкнуті контакти реле До 1.1 надходить на неінвертуючий вхід ОП. Його вихідний струм посилюється транзисторами VT2, VT3 і встановлюється таким, щоб напруги на резисторах R11 і R5 стали однаковими. Коефіцієнт посилення по струму K , - $R5 / R11$ і при вказаних на схемі номіналах приблизно дорівнює 107, а крутизна перетворення напруги в струм $S = 1/R11 = 3A/B$.

У режимі "Зменшуваний" (контакти вимикача SA1 розімкнуті) конденсатор C2 ємністю 1000 мкФ розряджається через резистор R5 з постійною часу. Експоненціально зменшується струм через цей конденсатор посилюється ОУ DA2.1 і транзисторами VT2, VT3 і заряджає акумулятори, підключені до гнізда X1 ("Вихід"). Діод VD2 запобігає їх розрядку при відключенні напруги літання. Амперметр PA1 служить для контролю поточного значення струму зарядки. конденсатор C5 запобігає самозбудження пристрої.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						43
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Резистори R4, R8-R10 - струмообмежувальні. Вони захищають ОУ і транзистор VT2 в аварійних ситуаціях, наприклад, при обриві резистора R11 або пробії транзистора VT3, запобігаючи виходу з ладу основних елементів.

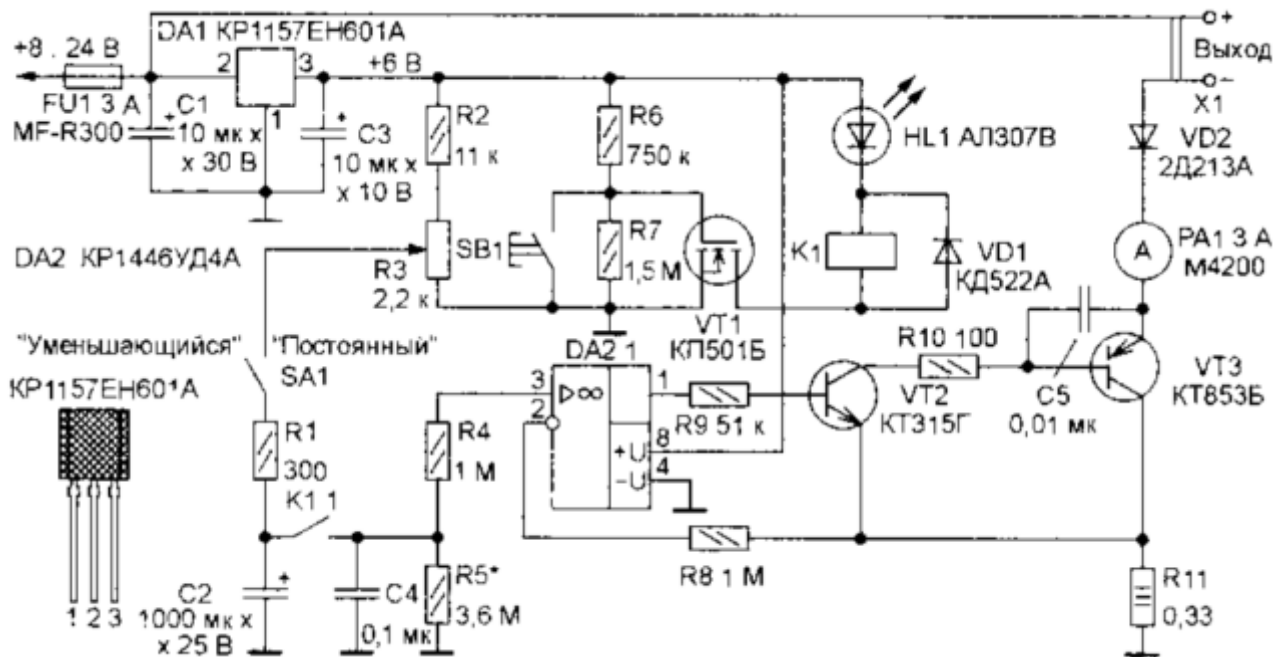


Рис. 3.4.1. Принципова схема пристрою для швидкої зарядки акумуляторів
(Нечаев И. Ускоренная зарядка аккумуляторов. — Радио, 1995, № 9, с. 52, 53.)

При відключенні живлення в режимі зарядки зменшуванням струмом транзистор VT1 закривається і реле розмикає контакти K1.1, запобігаючи подальшу розрядку конденсатора C2. Світлодіод HL1 гасне, сигналізуючи про відключення живлення. З відновленням харчування транзистор VT1 відкривається, реле K1 замикає контакти K1.1 і зарядка акумуляторів автоматично продовжується з того значення струму, при якому він був перерваний. Світлодіод HL1 знову спалахує, сигналізуючи про відновлення зарядки. Натисканням на кнопку SB1 можна тимчасово припинити зарядку при знятті зарядних характеристик. При цьому конденсатор C4 запобігає прониканню мережевих наведень на вхід ДУ.

4. ПРОЕКТНО – КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

4.1. Технічна пропозиція та її обґрунтування

В результаті аналізу технічного завдання та аналогів об'єкту проектування було вирішено спроектувати зарядний пристрій для Ni-MH акумуляторів з наступними параметрами:

- Напруга живлення: +5 В;
- Струм зарядки: 150 мА;
- Поріг відключення струму зарядки: 1,38 В;
- Поріг включення струму зарядки: 1 В;
- Тривалість циклу зарядки: 40 с;
- Тривалість вимірювання: 1 с.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						45
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2. Синтез принципової схеми

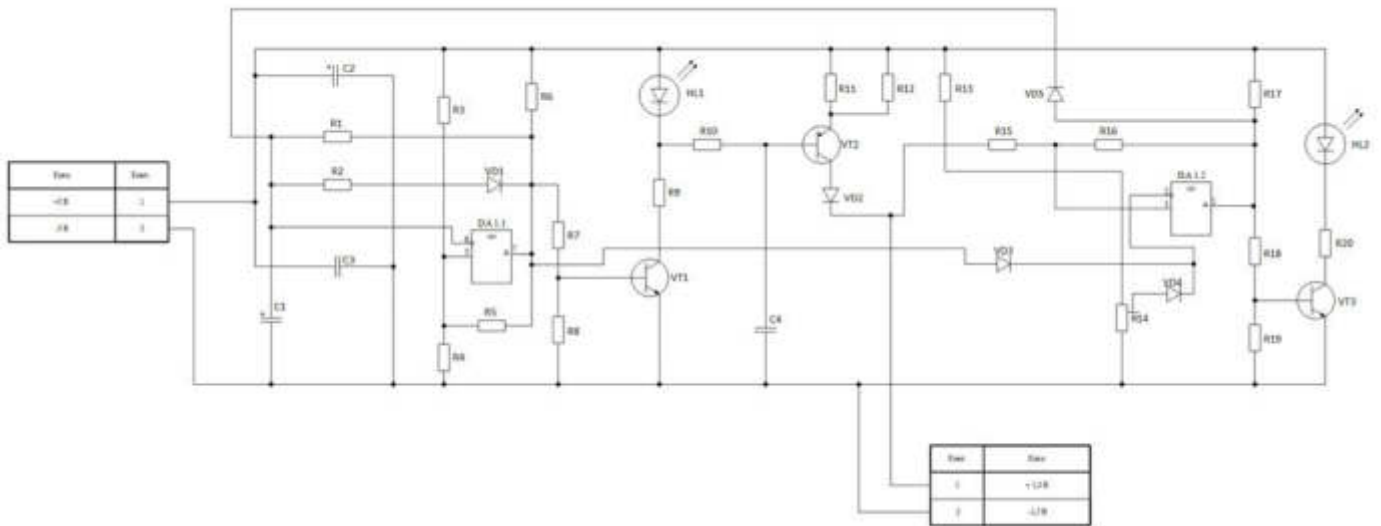


Рис. 4.2.1. Принципова схема зарядного пристрою для Ni-MH акумуляторів

На транзисторі VT2, резисторах R9-R12 і світлодіоді HL1 зібраний джерело струму. Ним керує транзистор VT1. Світлодіод HL1 має дві функції: служить джерелом стабільного напруги, що надходить на базу транзистора VT2 через резистор R10, і одночасно індикатором зарядки батареї. Резистори R11 і R12 задають струм зарядки, значення якого в міліамперах вибрано чисельно рівним номінальної ємності акумулятора G1 в міліампер-годинах. Резистор R9 обмежує струм через світлодіод HL1. Діод VD2 запобігає розрядку акумулятора G1 через зарядний пристрій в разі відключення джерела живлення або припинення подачі електроенергії.

На компараторе напруги DA 1.1, резисторах R1- R6, конденсаторі C1 і діод VD1 зібраний генератор послідовності імпульсів тривалістю 40 с з паузою 1 с. У паузах між імпульсами відбувається вимірювання ЕРС акумулятора.

На час вимірювання джерело струму відключається від акумуляторної батареї. У цей час відбувається порівняння напруги на акумуляторі з зразковим - тим, до якого необхідно зарядити акумулятор. Діод VD4 перешкоджає попаданню блокуючої напруги на движок підлаштовного резистора R14.

На компараторе напруги DA1.2 і резисторах R13-R17 зібраний тригер Шмітта, який контролює напругу на акумуляторі. Для правильної роботи тригера на інвертуючий вхід компаратора DA1.2 з виходу компаратора DA1.1 під час зарядки через діод VD3 вступає блокуюча напруга.

Після досягнення напруги на акумуляторі, заданого підлаштовним резистором R14 і прикладеного до інвертуючому входу компаратора DA1.2, на виході останнього з'являється напруга високого рівня, яке через діод VD5 вступає на інвертуючий вхід компаратора DA1.1, блокуючи роботу генератора. На виході компаратора DA1.1 встановлюється низький рівень напруги, транзистор VT1 закривається, світлодіод HL1 гасне.

Одночасно напруга високого рівня з виходу компаратора DA1.2 надходить і на базу транзистора VT3, відкриваючи його, світлодіод HL2 включається, сигналізуючи про завершення зарядки акумулятора. Зразкове напруга на інвертуючій вході компаратора DA1.2 вибрано рівним 1,38 В.

4.3. Синтез структурної схеми

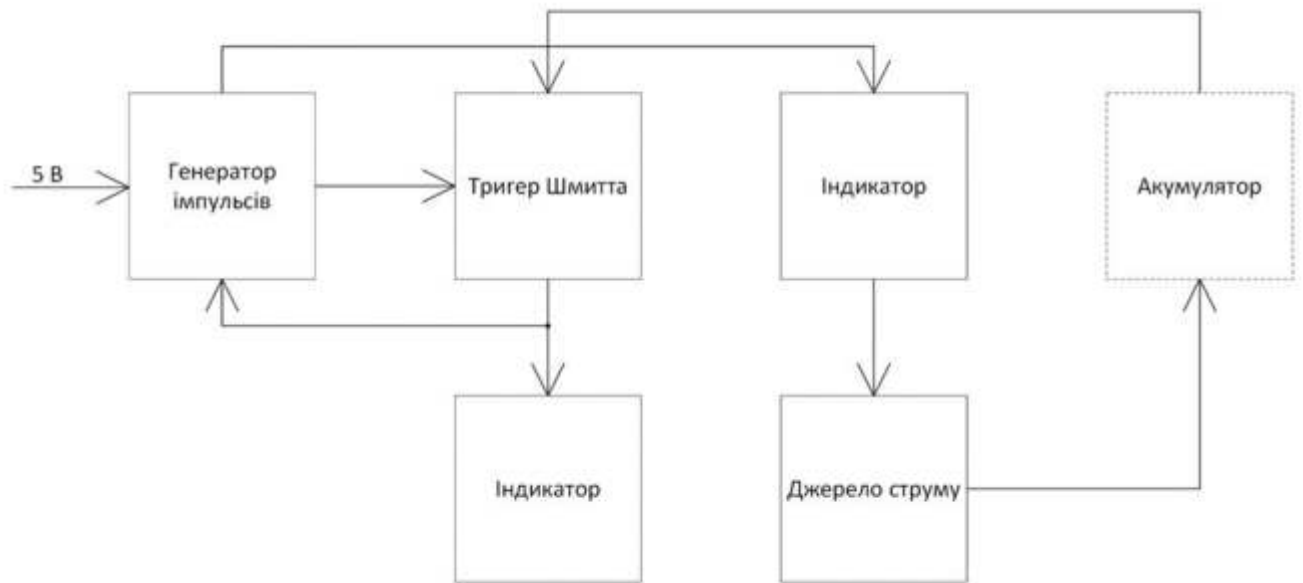


Рис. 4.3.1. Структурна схема зарядного пристрою для Ni-MH акумуляторів

Генератор імпульсів подає імпульсний сигнал, тривалістю 40 секунд на тригер і на джерело струму через індикатора зарядки одночасно. Джерело струму таким чином починає перший цикл зарядки, який індикуюється індикатором зарядки.

Після кожного циклу зарядки проводиться вимірювання ЕРС акумулятора. На час вимірювання джерело струму відключається від акумуляторної батареї. У цей час відбувається порівняння напруги на акумуляторі з зразковим - тим, до якого необхідно зарядити акумулятор. Якщо напруга на акумуляторі не досягає бажаний рівень, цикл зарядки повторюється.

У разі повної зарядки акумулятора тригер подає сигнал на вхід генератора, блокуючи його роботу і одночасно на індикатор повної зарядки.

4.4. Розрахунок елементів електричної схеми

4.4.1. Розрахунок генератора імпульсів

Тривалість вихідного імпульсу рівний:

$$\tau = 5 * ((R_6 + R_1) * C_1)$$

звідси, вибравши $5\tau = 40$ с, $R_1 = 1,6 * 10^6$ Ом, $R_6 = 0,001 * 10^6$ Ом, знаходимо C_1 :

$$C_1 = \frac{\tau}{R_6 + R_1} = \frac{8}{(0,001 + 1,6) * 10^6} \approx 5 \text{ мкФ.}$$

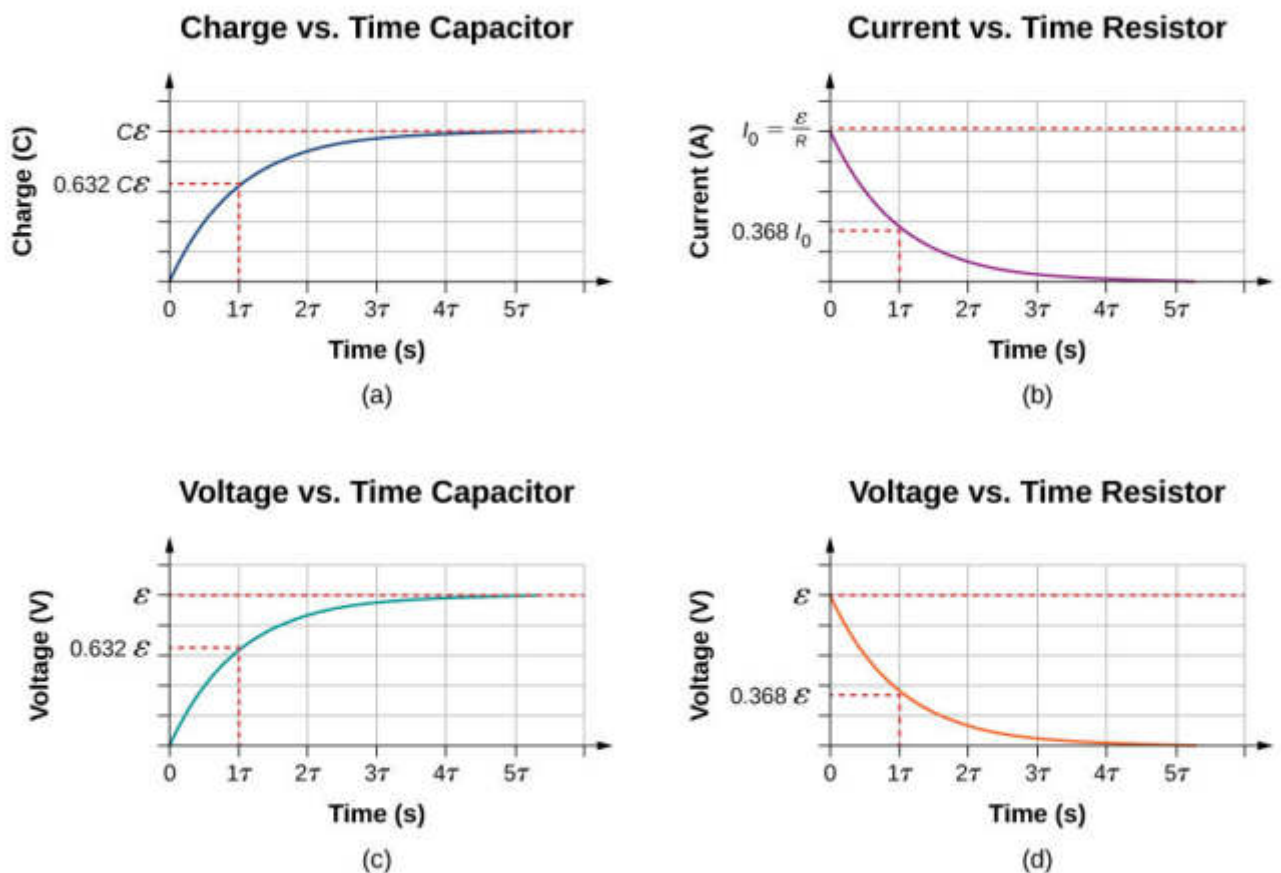


Рисунок 4.4.1. Залежність заряду конденсатора від часу (а), струму, що проходить через конденсатор від часу (b), напруги від часу (c) і напруги на резисторі від часу

(Circuits with Resistance and Capacitance

«[https://phys.libretexts.org/Bookshelves/University_Physics/Book%3A_University_Physics_\(OpenStax\)/Map%3A_University_Physics_II_-_Thermodynamics_Electricity_and_Magnetism_\(OpenStax\)/10%3A_Direct-Current_Circuits/10.06%3A_RC_Circuits](https://phys.libretexts.org/Bookshelves/University_Physics/Book%3A_University_Physics_(OpenStax)/Map%3A_University_Physics_II_-_Thermodynamics_Electricity_and_Magnetism_(OpenStax)/10%3A_Direct-Current_Circuits/10.06%3A_RC_Circuits)»

В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МКР.ЕС.150349.000.ПЗ

Арк

49

4.4.2. Розрахунок джерела струму

Баластний опір для світлодіода HL_1 :

Номинальна напруга HL_1 : $U_{пр} = 2 \text{ В}$,

Номинальний струм HL_1 : $I_{пр} = 10 \text{ мА}$,

Опір знаходимо з наступного рівняння:

$$R_9 = \frac{(U_{жив} + U_{пр})}{I_{пр}} = \frac{5 - 2}{0,01} = 300 \text{ Ом.}$$

Струм бази транзистора VT_1 в режимі насичення рівний:

$$I_6 = K_H \frac{I_K}{\beta}$$

Коefіцієнт передачі струму в схемі з СЕ $\beta = 50$,

Вибираємо коefіцієнт насичення $K_H = 5$:

$$I_6 = 5 \frac{0,01}{50} = 1 \text{ мА.}$$

Аналогічно знаходмо струм бази транзистора VT_2 :

$$I_6 = 2 \frac{0,25}{25} = 20 \text{ мА.}$$

Для встановлення потрібного струму на вході VT_2 служить резистор R_{10} :

$$R_{10} = \frac{U_{HL_1}}{I_{6VT_2}} = \frac{2}{0,02} = 100 \text{ Ом.}$$

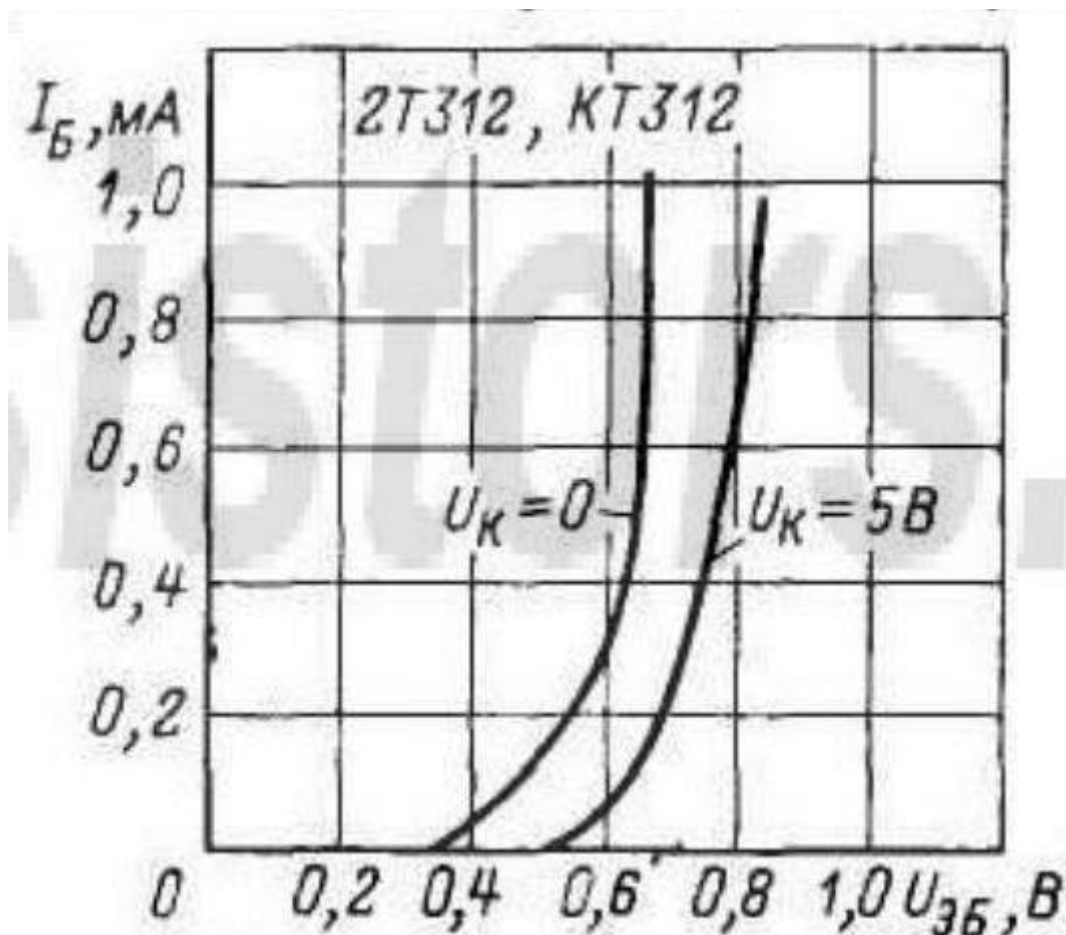


Рис. 4.4.2. Вхідні характеристики транзистора КТ312Б (Технічні параметри «Datasheet» https://alltransistors.com/ru/pdfview.php?doc=kt312a-b-v_2t312a-b-v.pdf&dire=_russia)

4.4.3. Розрахунок тригера Шмітта

Опір R_{14} призначений для встановлення порогу виключення струму зарядки.
Вибравши $R_{13} = 11 \text{ кОм}$, маємо:

$$R_{14} = R_{13} * \left(\frac{U_{\text{жив}}}{U_{\text{поріг}}} - 1 \right) = 11000 * \left(\frac{5}{1,38} - 1 \right) \approx 29 \text{ кОм.}$$

Розрахунок гистерезиса, опору зворотнього зв'язку R_{16} при $R_{15} = 20 \text{ кОм}$:

$$R_{16} = \frac{(U_{\text{max}} + U_{\text{min}} - \Delta U) * R_{15}}{\Delta U} = \frac{(3,76 + 0,3 - 0,3) * 20 * 10^3}{0,3} = 251 \text{ кОм,}$$

Зміщення робочої точки переключення:

$$E_0 = U_{\text{вкл}} - \frac{\Delta U}{2} = 1,5 - \frac{0,3}{2} = 1,35 \text{ В,}$$

Напруги спрацювання і відпуску:

$$U_{\text{Спр}} = U_{\text{max}} * \frac{R_{15}}{R_{15} + R_{16}} + E_0 * \frac{R_{16}}{R_{15} + R_{16}} 0,277 + 1,25 = 1,53 \text{ В,}$$

$$U_{\text{Відп}} = U_{\text{min}} * \frac{R_{15}}{R_{15} + R_{16}} + E_0 * \frac{R_{16}}{R_{15} + R_{16}} 0,02 + 1,27 = 1,29 \text{ В.}$$

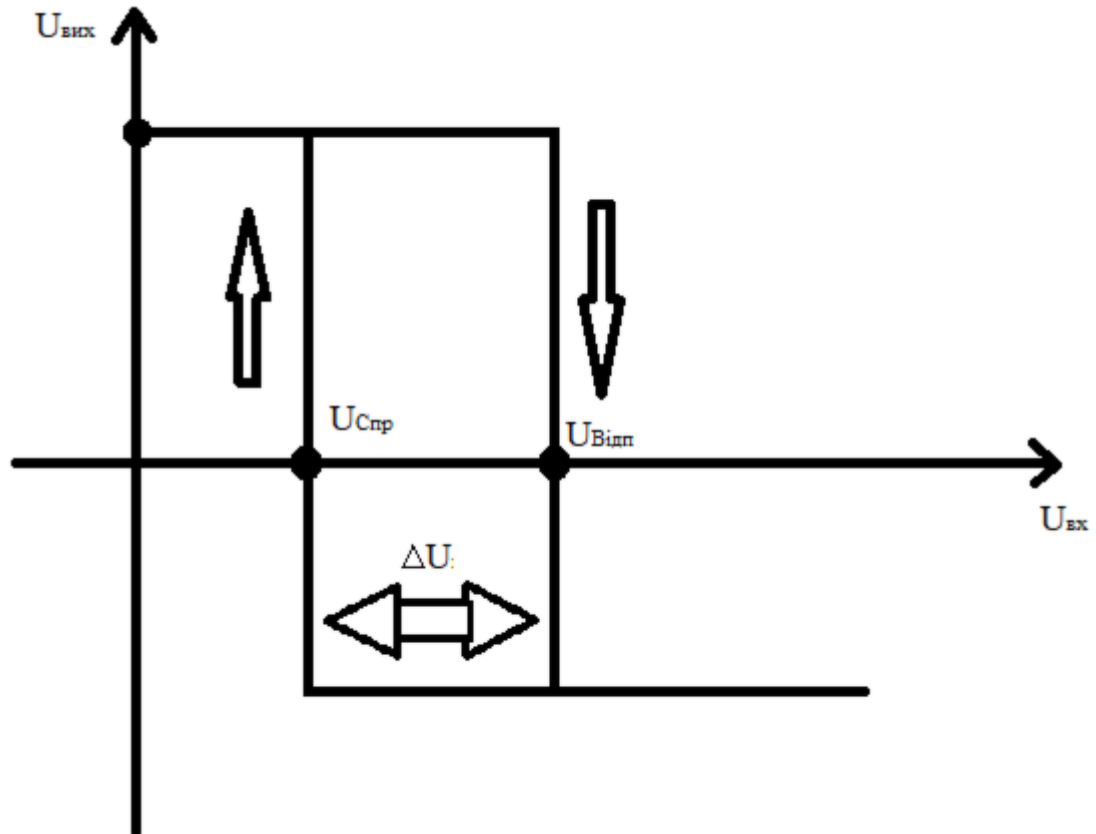


Рис. 4.4.3. Гистерезис тригера Шмітта

Баластний опір для світлодіода HL_2 :

Номінальна напруга HL_2 : $U_{\text{пр}} = 2,8 \text{ В,}$

Номінальний струм HL_2 : $I_{\text{пр}} = 20 \text{ мА,}$

Опір знаходимо з наступного рівняння:

$$R_{20} = \frac{(U_{\text{жив}} + U_{\text{пр}})}{I_{\text{пр}}} = \frac{5 - 2,8}{0,02} = 110 \text{ Ом.}$$

Струм бази транзистора VT_3 в режимі насичення рівний:

$$I_6 = K_H \frac{I_K}{\beta}$$

Коefіцієнт передачі струму в схемі з СЕ $\beta = 50$,

Вибираємо коефіцієнт насичення $K_H = 5$:

$$I_6 = 5 \frac{0,02}{50} = 2 \text{ мА.}$$

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						53
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Конструкторсько–технологічна розробка плати

5.1. Проектування та розрахунок друкованої плати

Розрахунок по визначенню геометричних розмірів плати проводиться у наступній послідовності.

Знаходиться сумарна установочна площа $S_{\text{мг}}$, $S_{\text{сг}}$, $S_{\text{вг}}$ відповідно для мало-, середньо- та великогабаритних електрорадіоелементів (ЕРЕ).

При виконанні такого поділу необхідно враховувати, що до малогабаритних ЕРЕ відносять мініатюрні резистори (0,125 і 0,25 Вт), діоди і стабілітрони у скляних корпусах, деякі типомінали керамічних конденсаторів та інші радіокомпоненти, які мають площу індивідуального встановлення $S_i \leq 1 \text{ см}^2$. До середньогабаритних ЕРЕ належать ІМС у прямокутних корпусах, резистори потужністю вище 0,5 Вт, конденсатори в циліндричних корпусах і подібні радіокомпоненти, які мають площу індивідуального встановлення $S_i \leq 2 \text{ см}^2$. До великогабаритних ЕРЕ належать потужні резистори, конденсатори в прямокутних корпусах, змінні резистори, трансформатори, напівпровідникові прилади з радіаторами та інші, індивідуальна площа встановлення яких $S_i > 2 \text{ см}^2$.

Під установчою площею ЕРЕ розуміють площу прямокутника (квадрата), у яку вписується ЕРЕ разом з виводом та контактними площинками при його установці на плати друкованої.

Розраховується площа монтажної зони для середньої щільності монтажу за формулою:

$$S_{\text{м}} = 4S_{\text{мг}} + 3S_{\text{сг}} + 1,5S_{\text{вг}}$$

Коректуються і знаходяться розміри монтажної зони у відповідності із можливостями встановлення в корпус і стандартними лінійними розмірами друкованої плати (ДП).

Під установочними площами ЕРЕ розуміють, площі прямокутників, в які вписані ЕРЕ разом із выводами та контактними площадками при встановленні їх на друковану плату.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

В даній схемі до великогабаритних ЕРЕ відносяться: DA1, R14, VT1, VT3 тоді

$$S_{\text{вг}} = (10,92 * 7,62) + (17 * 27) + (7,4 * 7,4) = 596,97 \text{ мм}^2$$

До середньобагаритних ЕРЕ відносяться: R1, R5, R7, R18, R10, R11, R12, R13, R20, R2, R3, R4, R6, R8, R9, R15, R16, R17, R19, C1, C2, VD1, VD3-VD5, VD2, HL1, HL2, VT2 тоді

$$S_{\text{сг}} = (2,5 * 7 * 9) + (2,5 * 7 * 10) + (5 * 11 * 5 * 2) + (0,4 * 12 * 4) + (6,2 * 9,65) + (6,2 * 6,2) + (7,8 * 2,8) = 1021,81 \text{ мм}^2$$

До малогабаритних ЕРЕ відносяться: C3, C4 тоді

$$S_{\text{мг}} = 5,5 * 2 * 2 = 22 \text{ мм}^2$$

Необхідні для користування ДП, дані про елементи зведені до таблиці 5.1.1.

Таблиця 5.1.1. Вихідні дані та результати розрахунку установочних площ та об'ємів

Позначення	Тип	Ø виводі в, мм	Ø конт. площад ки, мм	Габаритні розміри, мм	Кількіс ть, шт	Установ ча площа, мм ²	Установч ий об'єм, мм ³
DA1	LM393 N	0,5	1,8	10,92*7,62*5,08	1	83,2	422,7
R1, R5, R7, R18, R10, R11, R12, R13, R20	МЛТ-0,125	0,5	1,8	2,5*7*2,5	9	157,5	393,75
R2, R3, R4, R6, R8, R9, R15, R16, R17, R19,	MF-25	0,5	1,8	2,5*7*2,5	10	175	437,5
R14	RV16L N	2	3,5	17*27*17	1	459	7803
C1, C2	JAMICO N 5мкф	0,8	2,3	5*11*5	2	55	275
C3	ТЕАРО 100нф	0,5	1,8	5,5*3*2	1	16,5	33
C4	ТЕАРО 47нф	0,5	1,8	5,5*3*2	1	16,5	33
VD1, VD3-VD5	Д223	0,6	1,8	0,4*12*0,4	4	4,8	1,92
VD2	КД226А	1,2	2	6,2*9,65*6,2	1	59,83	370,95
HL1, HL2	АЛ307Б М	0,5	1,8	6,2*11,1*6,2	2	38,44	426,68
VT1, VT3	КТ312В	0,5	1,5	7,4*4*7,4	2	29,6	219,04
VT2	КТ816В	0,5	1,2	7,8*11,1*2,8	1	21,84	242,42
Всього:						1705,78	10658,96

Площа монтажної зони:

$$S_m = 4048,89 \text{ мм}^2.$$

Вибираємо для ДП розмір згідно ГОСТ 10317-79 Плати друковані. Основні розміри 65*65 [мм].

Коефіцієнт заповнення по площі рівний:

$$K_s = \frac{S_{уст}}{S_{дп}} = 0,4$$

Загальний об'єм плати: $V_{дп} = 65 * 65 * 30 = 126750 \text{ мм}^3$.

Установочний об'єм: $V_{уст} = 10658,96 \text{ мм}^3$

Коефіцієнт заповнення по об'єму рівний:

$$K_v = \frac{V_{уст}}{V_{дп}} = \frac{10658,96}{126750} = 0,08$$

$$K_\phi = H / \sqrt[3]{V_{дп}} = 0,03$$

$$V_{\phi/з} = V_{уст} * 0,03 = 355298.$$

5.1.2. Визначення контактних площадок, розмірів друкованих провідників

Процес конструювання друкованої плати в загальному випадку передбачає виконання ряду взаємозв'язаних операцій: вибір типорозміру плати, способу її кріплення, кількості шарів, розробка друкованого монтажу.

При розміщенні ЕРЕ виходять частіше всього із критерію двох мінімумів і мінімуму довжини зв'язків:

- перша умова, означає мінімум перехідних отворів, що забезпечує технологічність по мінімальному числу шарів;

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						56
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- друга умова, означає мінімум зв'язків між сусідніми елементами. Можливе також застосування і інших критеріїв: мінімуму числа з'єднань, довжина яких більша заданої; максимум числа схем простої конфігурації; мінімуму сумарної зваженої довжини з'єднань.

Розміщення ЕРЕ на платі регламентується умовно координатною сіткою із взаємно перпендикулярних систем паралельних ліній, розташованих на однаковій відстані одна від одної. Крок координатної сітки 2,5 мм.

Центри монтажних отворів контактних площадок під виводи навісних ЕРЕ розташовані у вузлах координатної сітки.

Навісні елементи мають виводи прямокутного або круглого перерізу. Діаметр отвору під вивід вибирають із умови отримання зазору між виводом і стінкою отвору з врахуванням, якщо потрібно, подальшої металізації отвору, який би забезпечував капілярні проникнення припою в процесі пайки.

Діаметр монтажного отвору d_0 вибирають із таких умов:

якщо діаметр виводу $d_B > 1$ мм, то $d_0 = [d_B + (0,3+0,4)]$;

якщо $d_B < 1$ мм, то $d_0 = [d_B + (0,2+0,3)]$.

Номенклатурний отвір на кресленні показують умовним знаком, що визначає його діаметр.

Згідно ГОСТ 10317-79 номінальний діаметр монтажного отвору з врахуванням його металізації для виводів діаметром:

0,4 ÷ 0,6мм становить 0,8 + 0,1мм,

0,6 ÷ 0,8мм становить 1,0 + 0,1мм,

0,8 ÷ 1,3мм становить 1,5мм,

1,3 ÷ 1,7мм становить 2мм,

1,7 ÷ 2,2мм становить 2,5мм .

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						57
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діаметр металізованого отвору залежить і від товщини плати. Це пов'язано з тим, що при гальванічному осадженні металу на стінках отвору малого діаметру зробленого в товстій платі, товщина шару металу вийде нерівномірною і при великому відношенні товщини плати до діаметра отвору деякі місця можуть залишитись непокритими. Діаметр металізованого отвору повинен складати не менше половини товщини плати, отже повинна виконуватись наступна умова:

$$0,4h \leq d_{min} ,$$

де h - товщина плати;

d_{min} - найменшого із металізованих отворів.

З цього співвідношення можна вибрати товщину плати і для нашого випадку вона складає 1,5 мм при діаметрі найменшого отвору 0 5 мм.

Щоб забезпечити надійне з'єднання металізованого отвору з друкованим провідником, навколо отвору робиться контактна площадка.

Контактні площадки отворів рекомендується виготовляти у вигляді кільця.

Діаметр контактної площадки вибирається з таблиці 5.1.2.

Таблиця 5.1.2. Рекомендовані діаметри контактних площадок

Діаметр отворів	0,6	0,8	1	1,3	1,5	2
Контактних площадок	1,8	2,3	2,5	2,8	3	3,5

Діаметр перехідних отворів залежить від товщини плати і від виду електроліту, що використовується для металізації отворів:

$$D_{пер} = H \cdot \gamma$$

де Н - товщина плати; γ - залежить від складу електроліту.

Для пірофосфатного електроліту, що використовується для металізації отворів:

$$\gamma = 0,25.$$

Тому,

$$D_{\text{пер}} = H * \gamma = 1,5 * 0,25 = 0,3 \text{ мм}$$

Згідно ГОСТ 10317-79 вибирається $D_{\text{пер}}$ рівне 0,3.

По ГОСТу вибирається клас густини рисунка: другий.

Для цього класу ширина провідників Ш = 0,25мм.

Відстань між провідниками 0,25мм.

Розраховується мінімальна ширина провідників шин живлення. Струм споживання складає 0,12 мА. Враховуючи, що густина струму у друкованих провідників має бути не більше $2 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}$ і вибравши переріз провідника 50мкм, ширина провідника шини буде:

$$\frac{I_{\text{заг}}}{h \cdot p_i} = \frac{0,12}{0,05 \cdot 2} = 1,2 \text{ мм}$$

де $I_{\text{заг}}$ - сумарний струм, що споживається пристроєм;

h - товщина перерізу друкованого провідника;

p_i - густина струму.

Максимальний струм, який при проходженні по доріжці викликає її перегрів на температуру 25С° становить:

$$I_{\text{max}} = 25 * ab = 1,25 \text{ мА}$$

5.1.3. Вибір варіантів встановлення елементів РЕА

Між корпусами сусідніх елементів повинна бути певна відстань, яку вибирають з врахуванням умов тепловідводу та допустимої різниці потенціалів між ними.

Для даного пристрою застосовано друкований та об'ємний монтаж. У промислових умовах навісні елементи кріплять до плати шляхом пайки виводів (у тому числі і незадіяних) хвилею припою ПОС-61 у металізованих і неметалізованих отворах.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						59
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2. Теплові характеристики пристрою

Розрахуємо чи потрібне додаткове охолодження плати. Для цього спочатку розрахуємо площу уявного кожуха:

Габаритні розміри плати – 65*65 мм.

Товщина плати - біля 20 мм.

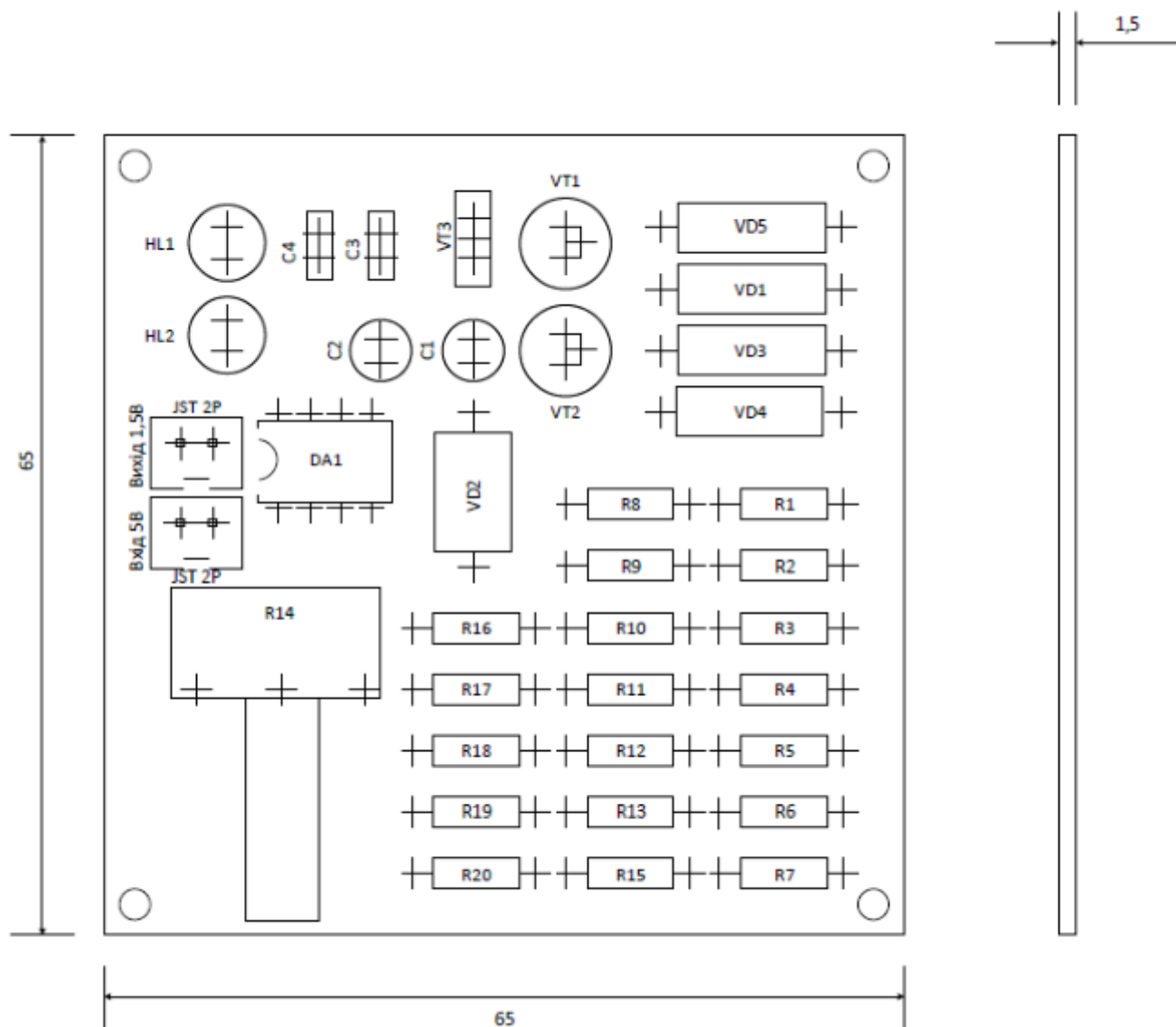


Рис. 5.2.1. Монтажна плата

В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МКР.ЕС.150349.000.ПЗ

Арк
60

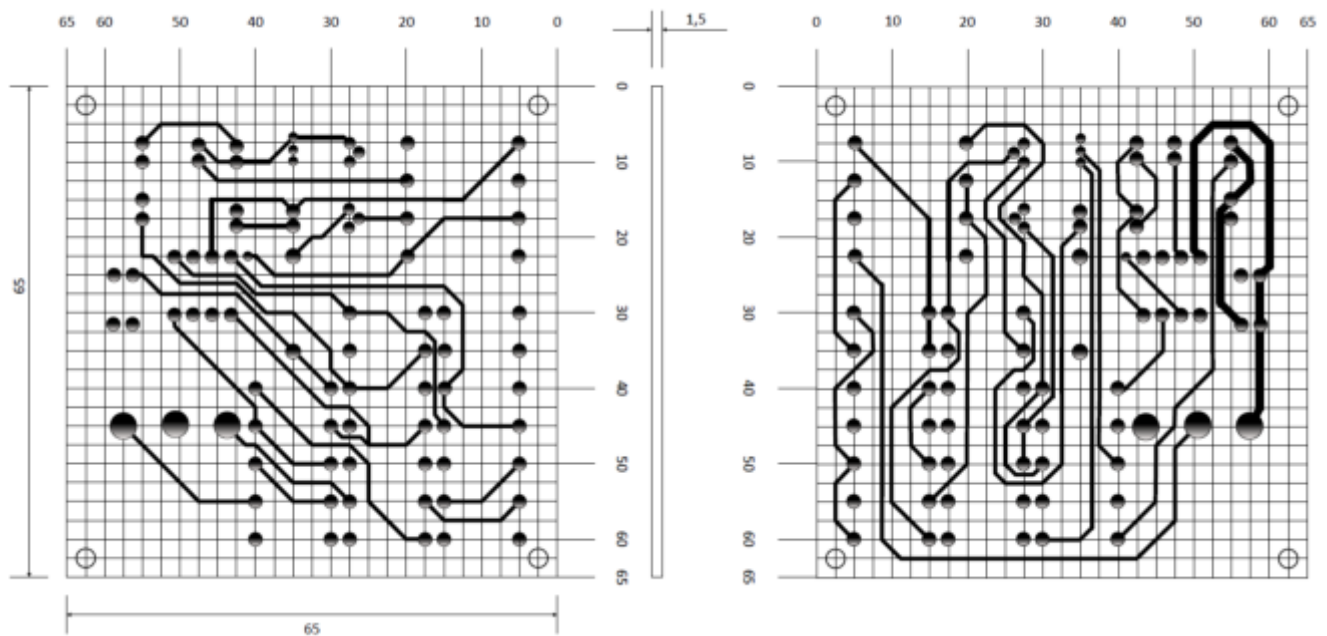


Рис. 5.2.2. Топологія друкованої плати (сторони А (з боку елементів) і Б відповідно)

Беремо кожух приблизно на 5 мм більший габаритів плати, тобто для блоку кожух буде 70x70x25 (мм*мм*мм).

Площа всієї поверхні корпусу:

$$S = 2 * 70 * 70 + 4 * 70 * 25 = 16800 \text{ мм}^2$$

Тепловий режим електронної апаратури характеризується залежністю температури нагріву компонентів пристрою від температури навколишнього середовища. Ця залежність визначається розсіюваною потужністю всіх електронних та електричних компонент, розміщених в об'ємі пристрою. Отже, однією з умов експлуатації електронного пристрою є температура навколишнього середовища, яка може вплинути на надійність його роботи. Такий вплив пояснюється існуванням максимально допустимих температур, при яких тривалий час можуть працювати електронні компоненти в необхідному режимі. Розрахунок проведемо для максимальної температури навколишнього середовища +400 С, заданої технічним завданням проекту.

При аналізі теплових режимів враховують щільність розміщення компонентів в об'ємі пристрою, його геометричну форму та вид корпусу.

Розрахунок теплових режимів проводять наступним чином:

- 1) Знаходять об'єм корпусу (кожуха) за формулою:

$$V=A*B*H$$

2) Знаходять коефіцієнт форми

$$S_{\phi} = \frac{H}{\sqrt[3]{V}}$$

3) Визначають коефіцієнт заповнення

$$K_u = V_{\text{дп}}/V_{\text{кож}}$$

4) Робимо припущення, що плата розподіляє тепло рівномірно. Кожний елемент має свою потужність розсіювання, а сумарна потужність визначається

$$P_{\text{роз}} = \sum_{i=1}^n p^e$$

5) Знаходимо питому потужність на одиницю площі

$$Q=P_{\text{роз}}/S$$

В значення S входить як фізична площа самих РЕА, так і площа доріжок.

6) Використовуючи номограми Глушицького за розрахованими даними V, S, K_{ϕ} і $K_{\text{зап}}^V$ наближено знаходимо температуру навколишнього середовища і повітря.

7) З одержаних даних визначаємо вид корпусу, конвекції і якщо потрібно тип вентилятора.

Проведемо розрахунки теплових режимів згідно прийнятих кроків:

1. Знаходимо об'єм кожуха згідно формули:

$$V = 70*70*25 = 122500 \text{ (мм}^3\text{)}$$

2. Коефіцієнт форми визначаємо згідно формули:

$$K_o = \frac{25}{\sqrt[3]{122500}} = \frac{25}{49,6} = 0,5$$

3. Коефіцієнт заповнення визначаємо як:

$$K_v = V_{\text{дп}}/V_{\text{кож}} = 0,74$$

4. Сумарну потужність визначаємо як суму розсіювальної теплової некорисної потужності всіх елементів на друкованій платі. Беручи до уваги, максимальну розсіювану потужність всього пристрою в межах 2 Вт.

5. Знаходимо питому потужність на одиницю площі:

$$Q=P_{(\text{роз})}/S=1,4/36=0,04 \text{ Вт/см}^2$$

МКР.ЕС.150349.000.ПЗ					Арк
					62
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Умова теплоненавантажуваності пристрою $Q=P_{(роз)}/S=0,05\text{Вт/см}^2$ отримане нами значення $Q = 0,04\text{ Вт/см}^2$. З отриманих розрахунків випливає що наш блок теплоненавантажений і не потребує додаткового тепловідводу.

6. Питому потужність на одиницю площі визначеної з графіків Глушицького

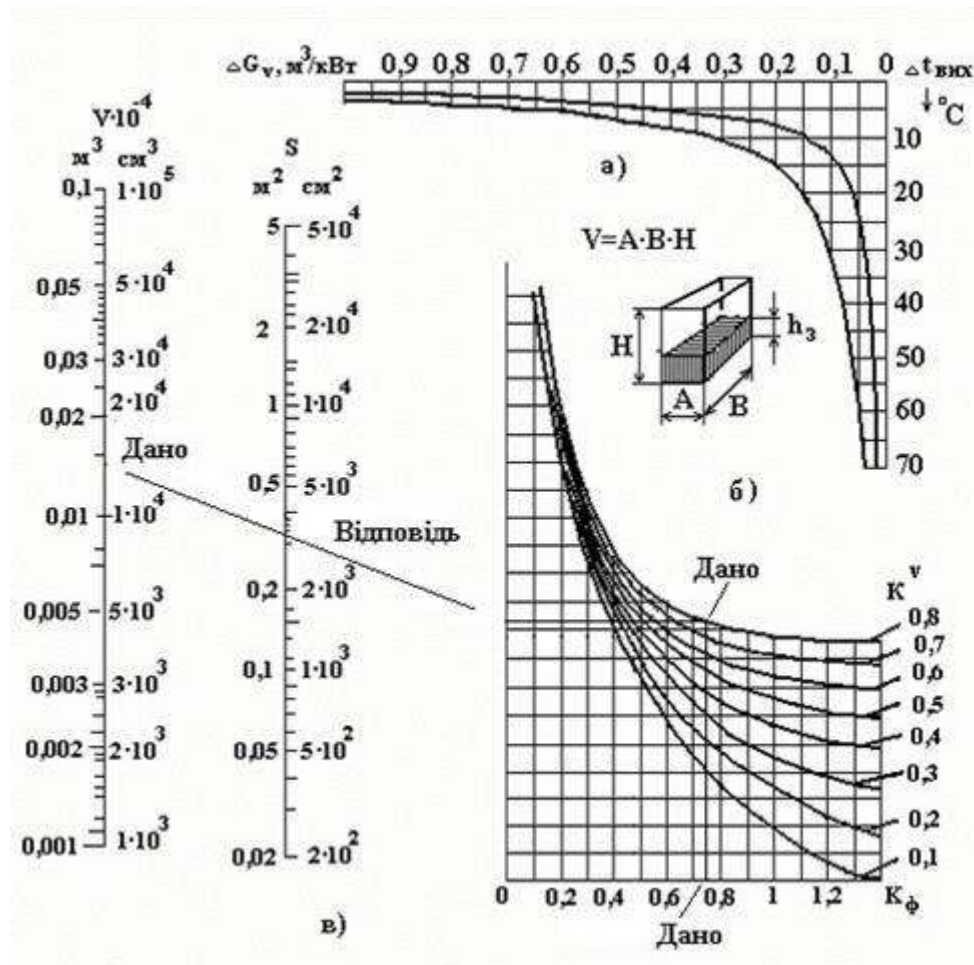


Рис. 5.2.3. Номограма для визначення поверхні нагрітої зони

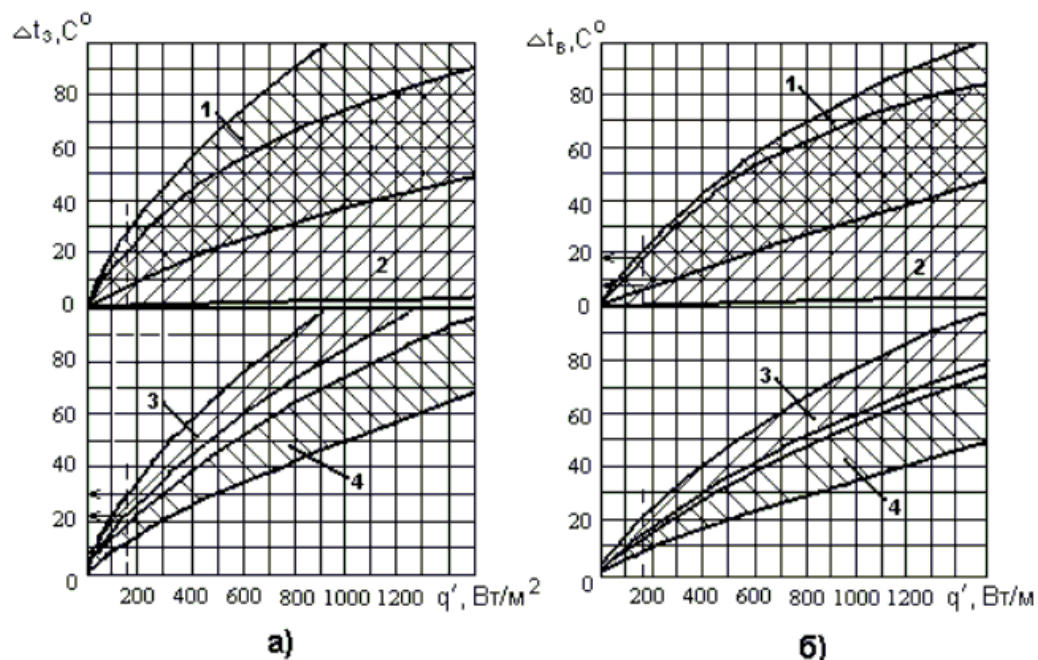


Рис. 5.2.4. Визначення перегріву Δt_3 нагрітої зони

$$q' = 1,4 \text{ Вт} / 0,05 = 28 \text{ Вт/м}^2$$

Підставивши значення коефіцієнтів отримали значення температури нагрітої зони $t_3 = 10^\circ\text{C}$. Тому при розрахунку імовірності поправочні коефіцієнт будемо брати для максимальної температури 40°C .

5.3. Розрахунок характеристик надійності пристрою

Основною кількісною характеристикою надійності є функція надійності $P(t)$, або скорочено надійність, яка по визначенню рівна імовірності того, що в заданому інтервалі часу або в межах заданого напрацювання при заданих режимах і умовах експлуатації відмов в системі не виникає, тобто $P(t) = W\{T > t\}$, де T – час безвідмовної роботи системи, t – заданий час, $W\{A\}$ – імовірність події A , у даному випадку подія A заключається у тому, що $T > t$.

Непередбачувані експлуатаційні відмови представляють собою непередбачувані відмови повнонадійної РЕА, які виникають в період нормальної експлуатації, коли проробка пристрою вже закінчилася, а зношування і природне старіння ще не настали. Ці відмови обумовлені лише випадковими факторами, такими як: приховані внутрішні дефекти, які не можуть бути виявлені системою

технологічного контролю; рівно імовірні, і тому не передбачені схемою та конструкцію технологічні дефекти; відхилення режимів роботи; співставлення параметрів концентрації зовнішніх навантажень і внутрішніх напружень; помилки операторів у період експлуатації. У зв'язку з перерахованими причинами поява таких відмов принципово не виключена і рівно імовірна в часі: $\lambda_0 = \text{const}$.

Розрахунок характеристик надійності полягає у визначенні показників надійності виробу по відомим характеристикам надійності складових компонент і умовам експлуатації.

$$P(t) = \exp \left(-t \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j \right)$$

Напрацювання системи на відмову отримуємо по формулі :

$$T_{\text{ср.с}} = 1 / \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j$$

При уточненому розрахунку надійності враховують зовнішні дії, впливи теплових і електричних навантажень елементів пристрою. Розрахунок проводять по формулі:

$$P(t) = \exp \left(-k_{\lambda} t \sum_{j=1}^m \lambda_j N_j \right)$$

де $\lambda_j = \alpha_j \lambda_{0j} k_{\lambda}$,

$k_{\lambda} = k_{\lambda 1} k_{\lambda 2} k_{\lambda 3}$,

$P(t)$ — імовірність безвідмовної роботи;

λ_j — інтенсивність відмов елементів j -ої рівнонадійної групи при заданих експлуатаційних даних;

λ_{0j} — інтенсивність відмов елементів j -ої рівнонадійної групи в номінальному режимі;

α_j — поправочний коефіцієнт інтенсивності відмов j -ої групи, що враховує вплив температури навколишнього середовища і електричне навантаження елемента;

k_n — коефіцієнта навантаження елемента;

k_λ — враховує умови експлуатації радіоелектронної апаратури;

$k_{\lambda 1}$ — вплив механічних факторів (вібрація, ударні навантаження);

$k_{\lambda 2}$ — вплив кліматичних факторів (температура, вологість);

$k_{\lambda 3}$ — умови роботи при пониженому тиску.

Значення поправочного коефіцієнта α_j в залежності від температури і коефіцієнта навантаження k_n знаходять в довіднику, коефіцієнти $k_{\lambda 1}$ — $k_{\lambda 3}$ також.

При цьому під коефіцієнтом навантаження k_n розуміють відношення робочого навантаження, встановленого по визначеному параметру, який діє на елемент, до цього номінального навантаження, що встановлене нормативно-технічною документацією.

Згідно ТЗ умови експлуатації приладу стаціонарні. Для стаціонарних умов характерно:

$t = +15 \dots +35 \text{ }^\circ\text{C}$;

вологість 45...75%;

атмосферний тиск 86...104 кПа.

По відповідних таблицях знаходять коефіцієнти:

$K_M=1$; $k_B=1$; $k_{a.t.}=1$

Отже, $k_e = 1$.

Коефіцієнт α_j знаходять для кожної групи окремо, враховуючи більш ширший діапазон температур (+10...+50 $^\circ\text{C}$) і рекомендовані значення k_n .

Далі складається таблиця згідно електричного розрахунку принципової схеми і вибраної елементної бази. Довідникові дані про λ_{oj} знаходять з відомих джерел. Примітка: розрахунок надійності проводили без врахування монтажу. Інтенсивності відмов елементів приведено в таблиці:

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						66
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.3.1. Інтенсивності відмов елементів

Назва	Наймен. типономінали елементів	п. шт.	$\lambda_0, 10^{-8}$ ГОД ⁻¹	k_e	t°C	k_H	k_{TH}	$\lambda, 10^{-8}$ ГОД ⁻¹
DA1	LM393N	1	50	1	50	1	1	50,00
R1	МЛТ-0,125 1,6МОм ±10%	1	3	1	50	0.2	0,1	0,30
R2	MF-25 16кОм ±1%	1	3	1	50	0.2	0,1	0,30
R3	MF-25 22кОм ±1%	1	3	1	50	0.2	0,1	0,30
R4, R15	MF-25 20кОм ±1%	2	3	1	50	0.2	0,1	0,30
R5	МЛТ-0,125 47кОм ±10%	1	3	1	50	0.2	0,1	0,30
R6, R17	MF-25 1кОм ±1%	2	3	1	50	0.2	0,1	0,30
R7, R18	МЛТ-0,125 5,6кОм ±10%	2	3	1	50	0.2	0,1	0,30
R8, R19	MF-25 2,2кОм ±1%	2	5	1	50	0.2	0,1	0,50
R9	MF-25 300Ом ±1%	1	3	1	50	0.2	0,1	0,30
R10, R20	МЛТ-0,125 110Ом ±10%	3	5	1	50	0.24	0,1	0,50
R11, R12	МЛТ-0,125 12кОм ±10%	2	16	1	50	0.4	1	16,00
R13	МЛТ-0,125 11кОм ±10%	1	5	1	50	1	1	5,00
R14	RV16LN 29кОм ±5%	1	1	1	50	0.1	1	1,00
R16	MF-25 270кОм ±1%	1	1	1	50	0.03	0,2	0,20
C1, C2	JAMICON 5мкф 50В 105°C	2	2,2	1	50	0.03	0,2	0,44
C3	ТЕАРО 100нф 5В ±10%	1	2,2	1	50	0.03	0,2	0,44
C4	ТЕАРО 47нф 5В ±10%	1	2,2	1	50	0.01	0,2	0,44
VD1, VD3- VD5	Д223	4	2,2	1	50	0.01	0,2	0,44
VD2	КД226А	1	1	1	50	0.03	0,2	0,20
HL1	АЛ307БМ	1	2,2	1	50	0.03	0,2	0,44
HL2	АЛ307ВМ	1	2,2	1	50	0.03	0,2	0,44
VT1, VT3	КТ312В	2	2,2	1	50	0.01	0,2	0,44
VT2	КТ816В	1	2,2	1	50	0.01	0,2	0,44
Всього, $\Sigma \lambda, 10^{-8}$ 1/год.								95,42

МКР.ЕС.150349.000.ПЗ

Арк

67

В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 5.3.2. Карта робочих режимів

Позн.	Типономінал	Напруга, В			Струм, мА		P _{роз} , мВт	k _i	k _u	k _p
		Пост.	зм.	макс.	пост.	зм.				
DA1	LM393N			$\frac{5}{25}$			1250			
R1	МЛТ-0,125 1,6МОм ±10%			$\frac{5}{25}$	0,01		$\frac{0,005}{0,125}$			
R2	MF-25 16кОм ±1%			$\frac{5}{25}$	0,033		$\frac{0,005}{0,125}$			
R3	MF-25 22кОм ±1%			$\frac{5}{25}$	0,066		$\frac{0,005}{0,125}$			0,05
R4, R15	MF-25 20кОм ±1%			$\frac{5}{25}$	0,027		$\frac{0,005}{0,125}$			
R5	МЛТ-0,125 47кОм ±10%			$\frac{5}{25}$	0,004		$\frac{0,005}{0,125}$			
R6, R17	MF-25 1кОм ±1%			$\frac{5}{25}$	0,03		$\frac{0,005}{0,125}$			
R7, R18	МЛТ-0,125 5,6кОм ±10%			$\frac{5}{25}$	0,004		$\frac{0,001}{0,125}$		0,1	
R8, R19	MF-25 2,2кОм ±1%			$\frac{5}{50}$	0,006		$\frac{0,001}{0,125}$		0,83	
R9	MF-25 300Ом ±1%			$\frac{5}{25}$	0,01		$\frac{0,005}{0,125}$			
R10, R20	МЛТ-0,125 110Ом ±10%			$\frac{5}{25}$			$\frac{0,005}{0,125}$			0,0016
R11, R12	МЛТ-0,125 12кОм ±10%			$\frac{5}{25}$	0,1		$\frac{0,005}{0,125}$			0,0123
R13	МЛТ-0,125 11кОм ±10%			$\frac{5}{25}$	0,1		$\frac{0,005}{0,125}$			0,0016
R14	RV16LN 29кОм ±5%			$\frac{12}{50}$	0,1		$\frac{0,005}{0,125}$			0,02
R16	MF-25 270кОм ±1%			$\frac{5}{12}$	0,1		$\frac{0,005}{0,125}$			0,28
C1, C2	JAMICON 5мкф 50В 105°C			$\frac{5}{12}$	0,1					
C3	TEAPO 100нф 5В ±10%			$\frac{5}{12}$						
C4	TEAPO 47нф 5В ±10%			$\frac{5}{5}$						
VD1, VD3- VD5	Д223			$\frac{12}{50}$						
VD2	КД226А			$\frac{5}{12}$						
HL1	АЛ307БМ			$\frac{5}{25}$	0,022					
HL2	АЛ307БМ			$\frac{5}{25}$	0,033					
VT1, VT3	КТ312В			$\frac{5}{25}$	0,025					
VT2	КТ816В			$\frac{5}{25}$	0,03					

МКР.ЕС.150349.000.ПЗ

Арк

68

В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Напрацювання на відмову:

$$T = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} = \frac{1}{95,42 * 10^{-8}} [\text{год}] = 1047998 [\text{год}]$$

З врахуванням часу наробітки приладу 2000 год., отримаємо:

$$P_{(2000)} = e^{-\lambda_{\Sigma} * t} \approx 1 - \lambda_{\Sigma} * t \approx 0,98.$$

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						69
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

6.1. Розрахунок собівартості прилад

Собівартість продукції — це витрати на її виробництво і реалізацію, що включають в себе вартість витрачених сировини і матеріалів, заробітну плату працівників, витрати по утриманню й експлуатації устаткування та інші поточні витрати. Проведемо розрахунок собівартості виготовлення спроектованого пристрою у вигляді калькуляції. Для цього скористаємось методом побільшеного розрахунку собівартості - методом питомої ваги, що забезпечує прийнятну похибку (~5%) прогнозування собівартості.

Цей метод полягає у пропорційному віднесенні непрямих витрат до суми витрат на основну заробітну плату виробничих робітників та витрат на утримання та експлуатацію устаткування. При розрахунках потрібно врахувати додаткові умови: затрата лаку на площу 1 см = 0,008 кг, затрата припою 1 ніжка = $3 \cdot 10^{-6}$ кг; кількість виробів 1000 шт на рік; працюючих 3 чоловіка.

Провівши такий розрахунок ми можемо оцінити економічний ефект від впровадження розробленого виробу. Калькуляція собівартості спроектованого приладу таблиця 6.1.

Таблиця 6.1. Калькуляція собівартості спроектованого приладу

I №п/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1	Основні матеріали	3,11
2	Покупні комплектуючі вироби і напівфабрикати	320,25
3	Основна заробітна плата виробничих робітників	12,1
4	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	1,21
5	Відрахування ЄСВ	2,93
6	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	9,68
7	Цехові витрати	9,66
8	Загальнозаводські витрати	15,46
9	Інші виробничі витрати	1,47
Разом: виробнича собівартість $C_{\text{вир}}$		375,87
10	Позавиробничі витрати	15,03
Разом: повна собівартість $C_{\text{повн}}$		390,9

Розрахунок кількості і вартості матеріалів, що витрачаються на виготовлення спроектованого приладу

Розрахунок кількості і вартості матеріалів представлений у вигляді табл. 6.2. Для визначення кількості витраченого припою, з врахуванням затрати на паяня 1 ніжка = $3 \cdot 10^{-6}$ кг, розрахуємо масу необхідну для нашого виробу. Кількість ніжок - 77. Тоді:

$$K\text{-сть(припою)} = 77 \cdot 3 \cdot 10^{-6} = 0,0002 \text{ кг}$$

Ціна необхідного припою визначається:

$$C_{\text{припою}} = 690 \cdot 0,0002 = 0,14 \text{ грн}$$

де 690 - ціна за 1 кілограм припою ПОС61 1.0 мм з флюсом ([http://www. euro-k.com.ua/?q=node/45](http://www.euro-k.com.ua/?q=node/45))

Для визначення КІЛЬКОСТІ витраченого лаку, з врахуванням затрати на площу $1 \text{ см}^2 = 0,0008 \text{ кг}$, розрахуємо масу лаку необхідну для нашого виробу. Площа друкованої плати рівна $5,3 \text{ см} \cdot 4,3 \text{ см} = 22,79 \text{ см}^2$. Двосторонє покриття, тоді:

$$K\text{-сть(лаку)} = 22,79 \cdot 2 \cdot 0,0008 = 0,036 \text{ (кг)}$$

Ціна необхідного лаку визначається:

$$C_{\text{лаку}} = 36,5 \cdot 0,036 = 1,31 \text{ грн}$$

де 36,50 - ціна за 1 кілограм лаку НЦ-134

Таблиця 6.1.

№ п/п	Найменування матеріалу	Профіль, сорт, марка, розмір, ГОСТ, ГОСТ, ТУ	Одиниця вимірю	К-сть	Ціна за одиницю,	Сума, грн.
1	Припій ПОС61	ГОСТ 21930-76	кг	0,0002	690,00	0,14
2	Лак НЦ-134	ТУ6-101291-77	кг	0,036	36,50	1,31
Разом:						1,45
Зворотні відходи (1-5% від вартості матеріалів)						0,07
Транспортно-заготівельні витрати (7-10% від загальної вартості матеріалів)						0,14
Разом.						3,11

Розрахунок кількості і вартості покупних комплектуючих виробів і напівфабрикатів, що витрачаються на виготовлення спроектованого приладу. Розрахунок кількості і вартості покупних комплектуючих виробів і напівфабрикатів представлений у вигляді табл. 6.3.

МКР.ЕС.150349.000.ПЗ					Арк
					71
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 6.3.

№ п/п	Найменування покупних комплектуючих виробів і напівфабрикатів	Марка, розмір, ГОСТ, ДСТУ, ТУ, DIN, ISO	Одиниця вимірювання	Кількість	Ціна за один., грн	Сума, грн
1	2	3	4	5	6	7
1	Корпус	50*60	ШТ.	1	80	80
2	Плата друкована	43*53	ШТ.	1	150	150
3	DA1	LM393N	ШТ.	1	4,9	4,9
4	R1	МЛТ-0,125 1,6МОм ±10%	ШТ.	1	1,7	1,7
5	R2	MF-25 16кОм ±1%	ШТ.	1	1,5	1,5
6	R3	MF-25 22кОм ±1%	ШТ.	1	1,6	1,6
7	R4, R15	MF-25 20кОм ±1%	ШТ.	2	1	2
8	R5	МЛТ-0,125 47кОм ±10%	ШТ.	1	2,2	2,2
9	R6, R17	MF-25 1кОм ±1%	ШТ.	2	1,3	2,6
10	R7, R18	МЛТ-0,125 5,6кОм ±10%	ШТ.	2	1,6	3,2
11	R8, R19	MF-25 2,2кОм ±1%	ШТ.	2	1,4	2,8
12	R9	MF-25 300Ом ±1%	ШТ.	1	1,6	1,6
	R10, R20	МЛТ-0,125 110Ом ±10%	ШТ.	2	1	2
	R11, R12	МЛТ-0,125 12кОм ±10%	ШТ.	2	1	2
	R13	МЛТ-0,125 11кОм ±10%	ШТ.	1	1	1
	R14	RV16LN 29кОм ±5%	ШТ.	1	8	8
	R16	MF-25 270кОм ±1%	ШТ.	1	1,3	1,3
	C1, C2	JAMICON 5мкф 50В 105°C	ШТ.	2	1,7	3,4
	C3	TEAPO 100нф 5В ±10%	ШТ.	1	1,8	1,8
	VD1, VD3-VD5	Д223	ШТ.	4	2,3	9,2
	VD2	КД226А	ШТ.	1	2,3	2,3
	HL1	АЛ307БМ	ШТ.	1	3	3
	HL2	АЛ307ВМ	ШТ.	1	3	3
	VT1, VT3	КТ312В	ШТ.	2	2	4
	VT2	КТ816В	ШТ.	1	2,2	2,2
Разом:						299,3
Транспортно-заготівельні витрати (7-10% від загальної вартості виробів і напівфабрикатів)						20,95
Разом:						320,25

Розрахунок основної заробітної плати виробничих робітників

До основної заробітної плати виробничих робітників, що включається до собівартості, входить оплата робітникам відрядникам і погодингнникам, що безпосередньо зайняті виготовленням спроектованого приладу.

Основну заробітну плату визначають шляхом множення трудомісткості виготовлення спроектованого приладу на годинну тарифну ставку відповідно розряду робіт.

Трудомісткість виготовлення спроектованого приладу на стадіях ескізного і технічного проектів визначають на підставі отриманих трудомісткостей виготовлення аналога та його складових частин.

Розрахунок основної заробітної плати по складанню, монтажу, регулюванню і випробуванню спроектованого приладу представлений у вигляді табл. 6.4.

Погодинна оплата праці яка діє з 01.09.2020 (Мінімальна зарплата 5000 гр.) становить 29,20 (гривень на годину). З врахуванням коефіцієнта підвищення окладу розрахуємо для кожного розряду .

3 розряд = $29,20 * 1,18 = 34,45$ гр.*год;

4 розряд = $29,20 * 1,27 = 37,08$ гр.*год;

5 розряд = $29,20 * 1,36 = 39,71$ гр.*год.

Трудомісткість операції - встановлення і пайка залежить від кількості елементів і їх складності. Тому з врахування затрати часу на одну пайку 0,0014 год і встановлення 0,0006 год визначимо час для пайкі і встановлення всіх елементів.

Трудомісткість (пайка) = $77 * 0,0014 = 0,11$;

Трудомісткість (встановлення) = $34 * 0,0006 + 0,05 = 0,07$,

Загальна трудомісткість = $0,11 + 0,07 = 0,18$.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						73
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.4. Розрахунок основної заробітної плати по складанню, монтажу, регулюванню і випробуванню спроектованого приладу

№ п/п	Зміст операції	Фах	Розряд робот и	Г одинна тарифна ставка, грн.	Трудоміст кість робіт, нормо-год.	Сума зарплати за тарифом.
1	Встановлення і пайка	17474	4	37,08 грн.	0,18	6,67
2	Контроль	60188	5	39,71 грн.	0,05	1,98
3	Лакування і збирання	18352	3	34,45 грн.	0,1	3,45
Разом.						12,1

Розрахунок додаткової заробітної плати виробничих робітників

До додаткової заробітної плати відносять оплату відпусток, лікарняних, виплати за вислугу років, вихідну допомогу.

Величина додаткової заробітної плати визначається процентом від суми основної заробітної плати виробничих робітників (10%) і складає:

$$ЗП(\text{додаткова}) = 12,1 * 10/100 = 1,21 \text{ грн}$$

Розрахунок відрахувань ЄСВ

Відповідно до Закону від 24.12.2015 р. №909-УІІІ, єдина ставка нарахувань становить 22%. Визначається процентом від суми основної і додаткової заробітної плати виробничих робітників, а саме $12,1 + 1,21 = 13,31$ грн.

Процентна ставка 22% і складає 2,93 грн.

Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію устаткування

До витрат на утримання та експлуатацію устаткування відносять витрати на повне відновлення основних виробничих фондів та капітальний ремонт у вигляді амортизаційних відрахувань від вартості виробничого та підйомно-транспортного устаткування, цехового транспорту та інструментів із складу основних виробничих фондів на реконструкцію, модернізацію та капітальний ремонт фондів.

Величина витрат на утримання та експлуатацію устаткування визначається процентом від суми основної заробітної плати виробничих робітників. Розроблюваний прилад відноситься до радіотехнічних тому витрати на утримання та експлуатацію устаткування будуть складати 80% від 12,1 а саме 9,68 грн.

Розрахунок цехових витрат

Величина цехових витрат визначається по цехам відсотком від суми основної заробітної плати і витрат на утримання та експлуатацію устаткування. Розроблюваний прилад відноситься до радіотехнічних тому цехові витрати будуть складати 50% від $12,1+7,22=19,32$ грн, а саме 9,66 грн.

Розрахунок загальнозаводських витрат

Величина загальнозаводських витрат визначається процентом від суми основної заробітної плати і витрат на утримання та експлуатацію устаткування. Розроблюваний прилад відноситься до радіотехнічних приладів тому цехові витрати будуть складати 80% від $12,1+7,22=19,32$ грн, а саме 15,46 грн.

Розрахунок інших виробничих витрат

Величина інших виробничих витрат визначається процентом від суми всіх попередніх статей (0,2-0,4%). Треба знайти 0,4% від $3,11+320,25+12,1+1,21+2,93+9,68+9,66+15,46=987,81$ грн. І це буде складати 1,47 грн.

Розрахунок позавиробничих витрат

Величина позавиробничих витрат визначається процентом від величини виробничої собівартості (2 - 4%). Треба знайти 4% від 375,87 грн. і це буде складати 15,03 грн.

Розрахунок ціни спроектованого приладу

Ціну спроектованого приладу можна визначити за формулою:

$$Ц = C_{\text{повн}} + П$$

де $C_{\text{повн}}$ - повна собівартість виготовлення спроектованого приладу, а $П$ - запланований прибуток.

Прибутковість підприємства характеризується таким показником як рентабельність. Величину рентабельності можна визначити за формулою:

$$P = П / C_{\text{повн}}$$

Якщо прийняти величину рентабельності 30%, тоді:

$$П = P * C_{\text{повн}} = 0,3 * C_{\text{повн}}$$

Тоді ціну спроектованого приладу можна визначити за формулою.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						75
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Ц} = \text{Сповн.} + 0,3 * \text{Сповн.} = 1,3 * \text{Сповн}$$

Якщо підприємство є платником податку на додану вартість (ставка ПДВ 20%), то вихідна ціна на спроектований прилад буде слідуною:

$$\text{Ц}_{\text{вих}} = 1,2 * \text{Ц}$$

Розрахунок:

Згідно формули (1.4) ціна спроектованого приладу буде.

$$\text{Ц} = 1,3 * 390,9 = 508,17 \text{ грн}$$

Із врахуванням ПДВ згідно формули (1.5) вихідна ціна:

$$\text{Ц}_{\text{вих}} = 1,2 * 508,17 = 609,8 \text{ грн.}$$

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

7. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ

ПРИЛАДУ

7.1. Основні поняття, терміни та визначення в сфері охорони праці

Людська праця – це джерело розвитку суспільства, створення матеріальних, культурних і духовних цінностей, передумова існування як кожної окремої людини, так і людства в цілому. В ідеалі трудова діяльність повинна надавати людині задоволення і не бути надмірно важкою чи напруженою. Важкість та напруженість праці є одними з головних характеристик трудового процесу.

Важкість праці – це така характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на опорно-руховий апарат і функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну та ін.), які забезпечують його діяльність. Важкість праці характеризується фізичним (динамічним і статичним) навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальним числом стереотипних робочих рухів, робочою позою, ступенем нахилу корпусу, переміщенням в просторі.

Напруженість праці – це така характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника. До факторів, що характеризують напруженість праці, відносяться: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

Під час виконання людиною трудових обов'язків на неї діє сукупність фізичних, хімічних, біологічних та соціальних чинників, що зветься виробничим середовищем.

Сукупність чинників трудового процесу і виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків складають умови праці.

Реальне виробництво супроводжується шкідливими та небезпечними чинниками (факторами) і має певний виробничий ризик.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						77
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виробничий ризик – це ймовірність ушкодження здоров'я працівника під час виконання ним трудових обов'язків, що зумовлена ступенем шкідливості та/або небезпечності умов праці та науково-технічним станом виробництва.

Шкідливий виробничий фактор – небажане явище, що супроводжує виробничий процес і вплив якого на працюючого може призвести до погіршення самопочуття, зниження працездатності, захворювання, виробничо-зумовленого чи професійного, і навіть смерті, як результату захворювання.

Захворювання – це порушення нормальної життєдіяльності організму, зумовлене функціональними та/або морфологічними змінами.

Виробничо-зумовлене захворювання – це захворювання, перебіг якого ускладнюється умовами праці, а частота якого перевищує частоту його у працівників, які не зазнають впливу певних професійних шкідливих факторів.

Професійне захворювання (профзахворювання) – це захворювання, що виникло внаслідок професійної діяльності та зумовлюється виключно або переважно впливом шкідливих речовин і певних видів робіт та інших факторів, пов'язаних з роботою.

Небезпечний виробничий фактор – небажане явище, яке супроводжує виробничий процес і дія якого за певних умов може призвести до травми або іншого раптового погіршення здоров'я працівника (гострого отруєння, гострого захворювання) і навіть до раптової смерті.

Виробнича травма – пошкодження тканин, порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок впливу виробничих факторів. Як правило, виробнича травма є наслідком нещасного випадку на виробництві.

Нещасний випадок на виробництві – це обмежена в часі подія або раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків, внаслідок яких заподіяно шкоду здоров'ю або настала смерть.

Як вже було сказано в попередніх лекціях, один і той же чинник може одночасно викликати і травму, і захворювання (наприклад, високий рівень іонізуючого або теплового випромінювання може викликати опік або навіть

призвести до миттєвої смерті). Через це всі несприятливі виробничі чинники часто розглядаються як єдине поняття – небезпечний та шкідливий виробничий фактор (НШВФ).

За своїм походженням та природою дії НШВФ ділять на 5 груп: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні та соціальні*.

До фізичних НШВФ відносяться машини та механізми або їх елементи, а також вироби, матеріали, заготовки тощо, які рухаються або обертаються; системи, устаткування або елементи обладнання, які знаходяться під підвищеним тиском; підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищені рівні шуму, вібрації, ультразвуку, інфразвуку; підвищений рівень іонізуючих випромінювань; підвищене значення напруги в електричній мережі; підвищена напруженість електричного та магнітного полів тощо.

До хімічних НШВФ відносяться хімічні речовини, які по характеру дії на організм людини поділяються на токсичні, задушливі, наркотичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні та такі, що впливають на репродуктивну функцію. По шляхам проникнення в організм людини вони поділяються на такі, що потрапляють через:

- 1) органи дихання;
- 2) шлунково-кишковий тракт;
- 3) шкіряні покриви та слизисті оболонки.

До біологічних НШВФ відносяться патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, грибки тощо) та продукти їхньої життєдіяльності, а також макроорганізми – це тварини та рослини.

До психофізіологічних НШВФ відносяться фізичні (статичні та динамічні) перевантаження і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження).

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						79
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Соціальні НШВФ – це неякісна організація роботи, понаднормова робота, необхідність роботи в колективі з поганими відносинами між його членами, соціальна ізоляваність з відривом від сім'ї, незадоволеність роботою тощо.

Слід мати на увазі, що один і той самий за природою своєї дії НШВФ може належати одночасно до різних вищезгаданих груп.

Такий стан умов праці, при яких виключена або зведена до припустимого рівня дія на працюючого небезпечних та шкідливих виробничих факторів зветься безпекою праці.

Виходячи з того, що в житті, а тим більше у виробничому процесі, абсолютної безпеки не існує, нерозумно було б вимагати від реального виробництва повного викорінення травматизму, виключення можливості будь-якого захворювання. Але реальним і розумним є ставити питання про зведення до мінімуму впливу об'єкти існуючих виробничих небезпек. Цю задачу саме і вирішує охорона праці.

Законодавство України в сфері охорони праці.

Законодавство України про охорону праці – це система взаємопов'язаних нормативно-правових актів, що регулюють відносини у сфері соціального захисту громадян у процесі трудової діяльності.

Базується законодавство України про охорону праці на конституційному праві всіх громадян України на належні, безпечні і здорові умови праці, гарантовані статтею 43 Конституції України.

Основоположним документом в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення щодо реалізації права на охорону життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Стаття 2 Закону України «Про охорону праці» встановлює, що дія його поширюється на всіх юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та на всіх працюючих.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						80
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До основних законодавчих актів, що мають безпосереднє відношення до охорони праці слід також віднести:

Основи законодавства України про охорону здоров'я.

Кодекс законів про працю України (КЗпПУ).

Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».

Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».

Закон України «Про пожежну безпеку».

Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» тощо.

Окремо питання правового регулювання охорони праці містяться і в багатьох інших законодавчих актах України. Це стосується таких законодавчих актів, як «Цивільний кодекс», «Кримінальний кодекс», Закон України «Про колективні договори і угоди», технічні Регламенти з безпеки промислового обладнання та продукції, що розроблені згідно існуючих вимог Директив ЄС у цій сфері і мають статус Законів, тощо.

Крім вищезазначених законів, правові відносини у сфері охорони праці регулюють інші національні законодавчі акти, міжнародні договори та угоди, до яких Україна приєдналася в установленому порядку, підзаконні нормативні акти: Укази і розпорядження Президента, рішення Уряду, нормативні акти міністерств та інших центральних органів державної влади. Всі ці документи створюють єдине правове поле охорони праці в нашій країні.

7.2. Основні принципи державної політики в галузі охорони праці

Стаття 4 Закону України «Про охорону праці» визначає, що засади державної політики в галузі охорони праці базуються на 10 основних принципах:

1. Пріоритет життя і здоров'я працівників, повна відповідальність роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						81
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці.
3. Комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки та охорони довкілля.
4. Соціальний захист працівників, повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.
5. Встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності.
6. Адаптація трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану.
7. Використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, отримання яких не суперечить законодавству.
8. Інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці.
9. Забезпечення координації діяльності органів державної влади, установ, організацій, об'єднань громадян, що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між роботодавцями та працівниками (їх представниками), між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях.
10. Використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва.

7.3. Права працівників на пільги та компенсації
за важкі та шкідливі умови праці

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						82
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Працівники зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці безкоштовно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням.

Ця категорія працівників також має право на:

- оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення;
- скорочення тривалості робочого часу;
- додаткову оплачувану відпустку;
- пільгову пенсію;
- оплату праці у підвищеному розмірі та на інші пільги та компенсації, що надаються в передбаченому законодавством порядку.

Роботодавець може за свої кошти додатково встановлювати за колективним договором (угодою) працівникам пільги і компенсації не передбачені чинним законодавством.

Протягом дії трудового договору роботодавець повинен своєчасно інформувати працівника про зміни у виробничих умовах та в розмірах пільг і компенсацій, включаючи й ті, що надаються їм додатково.

7.4. Фінансування охорони праці

Стаття 19 Закону «Про охорону праці» встановлює, що фінансування охорони праці на підприємстві здійснюється роботодавцем.

Для підприємств, незалежно від форм власності, або фізичних осіб, які використовують найману працю, витрати на охорону праці мають становити не менше 0,5 % від суми реалізованої продукції.

На підприємствах, що утримуються за рахунок бюджету, витрати на охорону праці передбачаються в державному або місцевих бюджетах і мають становити не менше 0,2 % від фонду оплати праці.

Суми витрат на охорону праці, що належать до валових витрат юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю, визначаються згідно з переліком заходів та засобів з охорони праці, що затверджується Кабінетом Міністрів України.

Фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання загальнодержавної, галузевих та регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, інших державних програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачається у державному і місцевих бюджетах, що виділяються окремим рядком.

Додатковим джерелом фінансування заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, усунення загрози здоров'ю працівників, викликаній умовами праці, є Фонд соціального страхування від нещасного випадку на виробництві (ФССНВ). Фінансування заходів з охорони праці системою страхування є ефективним методом економічного впливу на стан безпеки, гігієни праці та виробничого середовища в ринкових умовах.

Система державного управління охороною праці в Україні, органи державного управління охороною праці, їх компетенції і повноваження

Однією з функцій сучасної держави є проведення соціальної політики, спрямованої на підвищення безпеки праці. Здійснення цієї функції неможливе без відповідного державного управління охороною праці. Державне управління охороною праці в Україні здійснюють:

- Кабінет Міністрів України;
- спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці;
- міністерства та інші центральні органи виконавчої влади;
- місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування.

Державний нагляд, відомчий і громадський
контроль за охороною праці.

З метою забезпечення виконання вимог законодавства з охорони праці в Україні створена система державного нагляду, відомчого і громадського контролю з цих питань.

Державний нагляд за додержанням законів та інших НПАОП відповідно до Закону «Про охорону праці» здійснюють:

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						84
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці (Держпраця);
- спеціально уповноважений державний орган з питань радіаційної безпеки (Комітет ядерного регулювання Міністерства охорони природного середовища);
- спеціально уповноважений державний орган з питань пожежної безпеки (підрозділ Державної Служби з надзвичайних ситуацій);
- спеціально уповноважений державний орган з питань гігієни праці (Головний державний санітарний лікар та санітарно–епідеміологічна служба Міністерства охорони здоров'я).

Органи державного нагляду за охороною праці не залежать від будь-яких господарських органів, суб'єктів підприємництва, об'єднань громадян, політичних формувань, місцевих державних адміністрацій і органів місцевого самоврядування, їм не підзвітні і не підконтрольні.

Діяльність органів державного нагляду за охороною праці регулюється законами України «Про охорону праці», «Про використання ядерної енергії і радіаційну безпеку», «Про пожежну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», іншими нормативно-правовими актами та положеннями про ці органи, що затверджуються Президентом України або Кабінетом Міністрів України.

Свою роботу щодо нагляду за охороною праці Держпраці проводить через територіальні (обласні) управління, галузеві державні інспекції охорони праці та експертно-технічні центри.

Інспектори Держпраці мають право:

- безперешкодно відвідувати підконтрольні підприємства (об'єкти), виробництва, та здійснювати в присутності роботодавця або його представника перевірку додержання законодавства з охорони праці;
- одержувати пояснення, висновки обстежень, аудитів, звіти про рівень і стан профілактичної роботи, причини порушень законодавства та вжиті заходи щодо їх усунення;

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						85
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- видавати обов'язкові для виконання приписи (розпорядження) про усунення порушень і недоліків в галузі охорони праці;
- забороняти, зупиняти, припиняти, обмежувати експлуатацію виробництв, робочих місць, будівель, устаткування, виконання певних робіт, застосування нових небезпечних речовин, реалізацію продукції, а також скасовувати або припиняти дію виданих ними дозволів і ліцензій до усунення порушень, які створюють загрозу життю працюючих;
- притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавства про охорону праці;
- надсилати роботодавцям подання про невідповідність окремих осіб займаній посаді, передавати матеріали органам прокуратури для притягнення цих осіб до відповідальності згідно із законом.

Відомчий контроль покладається на адміністрацію підприємства та на господарські організації вищого рівня. Цей контроль здійснюється відповідними службами охорони праці.

Громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці створенням безпечних і нешкідливих умов праці, належних виробничих та санітарно-побутових умов, забезпеченням працівників спецодягом, спецвзуттям, іншими засобами індивідуального та колективного захисту здійснюють професійні спілки в особі своїх виборних органів і представників (уповноважених осіб). Професійні спілки також мають право на проведення незалежної експертизи умов праці, а також об'єктів виробничого призначення, що проектуються, будуються чи експлуатуються, на відповідність їх НПАОП, брати участь у розслідуванні причин нещасних випадків і професійних захворювань та надавати свої висновки про них, вносити роботодавцям, державним органам управління і нагляду подання з питань охорони праці та одержувати від них аргументовану відповідь.

У разі відсутності професійної спілки на підприємстві громадський контроль здійснює уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, яка має право безперешкодно перевіряти на підприємствах виконання вимог щодо

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						86
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

охорони праці і вносити обов'язкові для розгляду роботодавцем пропозиції про усунення виявлених порушень НПАОП.

7.5. Служба охорони праці підприємства

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець створює службу охорони праці відповідно до "Типового положення про службу охорони праці" НПАОП 0.00-4.35-04, затвердженого наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці (Держпраці) від 15.11. 2004 р. №255, зареєстрованому в Міністерстві Юстиції України 01.12. 2004 р. за №1526/10125. Відповідно до цього нормативного документу на підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю. Керівники та спеціалісти служби охорони праці за своєю посадою і заробітною платою прирівнюються до керівників і спеціалістів основних виробничо-технічних служб.

Ліквідація служби охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.

Згідно Типового положення про службу охорони праці ця служба виконує такі основні функції:

опрацьовує ефективну цілісну систему управління охороною праці, сприяє удосконаленню діяльності у цьому напрямку кожного структурного підрозділу і кожної посадової особи;

проводить оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці;

складає разом зі структурними підрозділами підприємства комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища (або підвищення існуючого рівня охорони праці, якщо встановлені норми досягнуті), а також розділ "Охорона праці" у колективному договорі;

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						87
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проводить для працівників вступний інструктаж з питань охорони праці;

організовує: забезпечення працюючих нормативними актами з охорони праці; паспортизацію цехів, дільниць та атестацію робочих місць щодо їх відповідності вимогам охорони праці; облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, а також шкоди від цих подій; підготовку статистичних звітів підприємства з питань охорони праці; розробку перспективних та поточних планів роботи підприємства щодо створення безпечних та нешкідливих умов праці; підвищення кваліфікації і перевірку знань посадових осіб з питань охорони праці;

бере участь у: розслідуванні нещасних випадків та аварій; роботі комісії з питань охорони праці підприємства; роботі комісій по введенню в дію, реконструкції або технічного переозброєння об'єктів виробничого та соціального призначення, відремонтованого або модернізованого устаткування; розробці положень, інструкцій, інших нормативних актів про охорону праці, що діють в межах підприємства;

сприяє впровадженню у виробництво досягнень науки і техніки, сучасних засобів колективного та індивідуального захисту працюючих;

розглядає листи, заяви та скарги працюючих з питань охорони праці;

надає методичну допомогу керівникам структурних підрозділів підприємства у розробці заходів з питань охорони праці;

готує проекти наказів та розпоряджень з питань охорони праці, загальних для всього підприємства;

контролює:

- дотримання чинного законодавства, міжгалузевих, галузевих та інших нормативних актів, виконання працівниками посадових інструкцій з питань охорони праці;
- виконання приписів органів державного нагляду, пропозицій уповноважених трудових колективів і профспілок з питань охорони праці;
- використання за призначенням коштів фонду охорони праці;
- відповідність нормативним актам про охорону праці машин, механізмів, устаткування, транспортних засобів, технологічних процесів,

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						88
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- засобів протиаварійного, колективного та індивідуального захисту працюючих;
- наявність технологічної документації на робочих місцях;
- своєчасне проведення навчання та інструктажів працюючих, атестації та переатестації з питань безпеки праці посадових осіб та осіб, які виконують роботи підвищеної небезпеки, а також дотримання вимог безпеки при виконанні цих робіт;
- забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту, надання працівникам пільг і компенсацій, пов'язаних з важкими та шкідливими умовами праці;
- проходження медичних оглядів;
- виконання заходів, наказів, розпоряджень з питань охорони праці, а також заходів щодо усунення причин нещасних випадків і аварій, які визначені у актах розслідування тощо;

здійснює зв'язок з медичними закладами, з науковими та іншими організаціями з питань охорони праці, організовує впровадження їх рекомендацій.

Спеціалісти служби охорони праці мають право представляти підприємство в державних та громадських установах при розгляді питань охорони праці, безперешкодно будь-який час відвідувати виробничі об'єкти, структурні підрозділи підприємства, порушувати клопотання про заохочення працівників, котрі беруть активну участь у підвищенні безпеки та покращенні умов праці, а у разі виявлення порушень охорони праці: 12

видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці;

вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли передбачених законодавством медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимог нормативно-правових актів з охорони праці;

зупиняти роботу виробництва, діляниці, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						89
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці. Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише роботодавець.

7.6. Основне законодавство з охорони праці

Законодавство про охорону праці складається з закону України про охорону праці, прийнятого 14 жовтня 1992 року, кодексу законів про працю та інших нормативних актів. Ці закони обов'язкові для всіх підприємств незалежно від їх відомчої належності і є загальнодержавними.

Закон України „Про охорону праці” визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Дія цього Закону поширюється на всіх юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та на всіх працюючих.

Основними загальнодержавними правилами, в яких є вимоги до забезпечення безпеки праці при проектуванні та експлуатації об'єктів виробничого призначення. До загальнодержавної нормативно-технічної документації належать державні стандарти РСБП.

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Міжгалузеві правила і норми з техніки безпеки і виробничої санітарії є також загальними і закріплюють найважливіші гарантії безпеки та гігієни праці в деяких галузях або ж під час окремих видів робіт чи на окремих типах обладнання будь-яких галузях народного господарства.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						90
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В зв'язку, а тим, що деякі галузі народного господарства мають специфічні умови праці, виникає потреба розробляти галузеві правила і норми охорони праці. Вони розповсюджуються тільки на окрему галузь виробництва в масштабах всієї країни і утримують гарантії безпеки та гігієни праці, специфічні для даної галузі.

Нормативно-технічна документація з охорони праці є основою для розробки заходів щодо забезпечення на всіх робочих місцях безпечних і здорових умов праці. На кожному підприємстві з урахуванням вимог згаданих нормативно-технічних документів розробляють інструкції з охорони праці з урахуванням конкретних умов для кожної робочої професії. Ці інструкції узгоджуються з профспілковим комітетом і затверджуються керівником підприємства.

Працівнику не може пропонуватися робота, яка за медичним висновком протипоказана йому за станом здоров'я. До виконання робіт підвищеної небезпеки та тих, що потребують професійного добору, допускаються особи за наявності висновку психофізіологічної експертизи.

Усі працівники згідно із законом підлягають загальнообов'язковому державному соціальному страхуванню від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності.

Права працівників на охорону під час роботи.

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства.

На роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими метеорологічними умовами, працівникам видаються безоплатно за встановленими нормами спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту, а також мийні та знешкоджувальні засоби. Працівники, які залучаються до разових робіт, пов'язаних з ліквідацією наслідків аварій, стихійного лиха тощо, що не передбачені трудовим договором, повинні бути забезпечені зазначеними засобами.

Обов'язки роботодавця.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						91
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці. З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці.

7.7. Вимоги електробезпеки

Вимоги по експлуатації (електробезпеці) повинні відповідати вимогам ДСТУ 12.1.002-80; ДСТУ 12.1.019-79.

Влаштування заземлення і його конструкції повинні відповідати вимогам ДСТУ 12.1.030-81 або ДСТУ 21130-75.

Монтаж електрообладнання повинен виконуватися з відповідністю з “Правилами устройства электроустановок”.

Корпуса електродвигунів і рам повинні бути заземленими на загальний контур. Опір між проводом, який заземлюється і рамою не більше 0,1 Ом.

Двері щитів і пультів повинні бути закриті замками і обладнані контактами електроблокування.

Санітарно-гігієнічні вимоги повинні відповідати ДСТУ 9.014-78, ДСТУ 12.3.016-87. Освітленість зони повинна бути не менше 150 люкс згідно СН 357-77. Гранично допустима концентрація пилу в повітрі робочої зони не повинна перевищувати 6 мг\м³ по ДСТУ 12.1.005-88.

Для безпеки і зручності роботи необхідно:

Силову і освітлювальну проводку заключити в ізоляційні труби. Не завантажувати робочу зону обслуговування навколо автоматів, забезпечити вільний доступ до обладнання зі всіх сторін, дотримуватися чистоти на робочому місці.

При виконанні монтажних і ремонтних робіт, а також при прибиранні автоматів на шафовому щиті необхідно повісити табличку “Не включати! Працюють люди”.

Категорично забороняється:

1. Проводити розборку чи ремонт автомата без відключення від електромережі.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						92
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Ремонтувати двигуни, електроапаратуру чи зачищати запобіжники особам, які не мають відповідного доступу.
3. Працювати з несправними блокуючими вимикачами.
4. Працювати з зламаним огородженням.
5. Чистити і змащувати обладнання під час роботи.
6. Залишати обладнання без нагляду.
7. Поправляти садку на вагонетці під час знаходження на ній візка з захватами.

7.8. Пожежна безпека.

Для забезпечення пожежної безпеки і пожежогасіння, в разі виникнення пожежі, при розробці проекту передбачається під'їзди для пожежних машин до будівель і споруд. На території підприємства передбачено розміщення градирні ємністю 200 м³, як засобу зовнішнього пожежогасіння.

Також передбачається влаштування зручного під їзду до градирні з площадкою для розвороту пожежних машин.

Розрахункова витрата води для зовнішнього пожежогасіння при розрахунковій кількості пожеж - згідно з БНіП 2.04.02-81, приймається 10л/сек. Встановлюються світло вказівники для інформації в засобах пожежогасіння, пожежна і димова сигналізація, згідно з БНіП II-2-80.

У виробничих будівлях забезпечуються вільні проїзди у відповідності до норм ГОСТ 12.1.004-76.

Біля виробничих приміщень обладнуються щити, Які зафарбовуються в червоний колір, з вогнегасником на 100 м² приміщення, а також багор, лопата. Біля щита встановлюється ящик з піском.

Згідно з БНіП 3.03.01-87, дерев'яні елементи, що знаходяться у безпосередній близькості до джерел вогню і тепла, просочуються антипіренами.

При посадці зелених посаджень витримуються відстань до листяних порід дерев від будівлі не менше 5 м, від хвойних порід - не менше меж протипожежних відстаней (БНіП II-60-75).

Двері на шляхах евакуації - відкриваються в сторону виходів, в сходишкових маршах виконані самозакриваючимися з ущільненими притворами.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						93
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В запроектованому неопалювальному складі готової продукції - передбачається сухо провідна сітка протипожежного водопроводу, яка заповнюється водою відкриттям засувки з електроприводом від кнопок біля пожежних кранів.

Засувка з електроприводом встановлюється в опалювальному приміщенні - побутових кімнатах підприємства.

В проекті передбачається встановлення пульта пожежної сигналізації типу ППС - 3 в приміщенні прохідної. ППС - 3 дозволяє включати в себе лінії пожежної і охоронної сигналізації, які контролюють приміщення, що відповідають категоріям пожежонебезпеки.

Проектування даного підрозділу виконано у відповідності із БНіП 2.04.09-84 на основі “Инструкции по проектированию установок пожарной сигнализации” ВПСН-61-78 та інших нормативних документів.

Сітка автомобільних доріг з твердим покриттям, пожежні щити і ящики з піском рівномірно розподіляються по всій території заводу згідно нормативів і забезпечують повну і надійну безпеку даного підприємства.

У відповідності з “Указаниями по проектированию и устройству молниезащите зданий и сооружений” СН 355-77 забезпечується захист від прямих ударів блискавки і заносу високих потенціалів. Димові труби захищаються індивідуальними блискавко - приймачами.

Захист від заносу високих потенціалів і статичної електрики здійснюється шляхом приєднання всіх підземних і надземних комунікацій на вводах в будівлю до заземлюючих пристроїв.

Для захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом передбачено систему захисного занурення. Заземлюючі пристрої виконуються загальними для електроустановок високої і низької напруги (СН 305-77).

В якості дійсного заземлювача використовуються трубопроводи і металеві конструкції будівель і споруд(включаючи арматуру фундаментів), що мають надійне з'єднання з землею.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						94
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час виконання магістерської кваліфікаційної роботи проведено літературний огляд та аналіз аналогів об'єкту проектування, принципу роботи окремих вузлів – зарядного пристрою для Ni-MH акумуляторів. З огляду на аналоги була розроблена принципова схема пристрою, розраховані та вибрані її елементи. В конструкторському- технологічному розділі розглянуто основні технологічні процеси виготовлення пристрою і розрахунок та конструкцію друкованої плати . Економічна частина містить розрахунок кошторесу витрат та економічної ефективності. Також розглянуто питання охорони праці та навколишнього середовища при виробництві спроектованого пристрою.

В схемі пристрою була використана сучасна елементна база. Що дозволило розробити пристрій з високими експлуатаційними характеристиками та не занадто складним.

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						95
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Шембель О. М., Білогуров В. А. Основні характеристики сучасних хімічних джерел струму різних електрохімічних систем // Сучасна спеціальна техніка : науково-практичний журнал. — 2009. — № 2 (17). — С. 66-86.
2. Nachrüstung von Ladestationen fue NC- Akkuwerkzeuge mit dem Ladecontroller TEA1101. — Funk Amateur, 2000, Ns 2, p. 164— 167.
3. “Интеллектуальное” зарядное устройство для Ni-Cd аккумуляторов. — Радио, 2001, № 1, с. 72.
4. Григорьев Б. Алгоритм быстрой зарядки аккумуляторов. — Радио, 2001, № 8, с. 38.
5. Boshboom W. Batteries recharge characteristics under TEA1101 charge managment. Report No: NPO/AN9301.
6. Battery monitor for Ni-Cd and Ni-MH chargers. Philips Semiconductors — preliminary specification. Dec. 1992.
7. Inteligentna ladowarka akumulatorow Ni-MH i Ni-Cd. — Radioelectronic Audio Hi-Fi- Video, 1998, № 7—8, s. 21—26.
8. Новые виды аккумуляторов (“За рубе-жом”). — Радио, 1998, № 1, с. 48, 49.
9. <<http://www.battery-index.com>>
10. Немного о зарядке никелькадмиевых аккумуляторов (“За рубежом”). — Радио, 1996, № 7, с. 48, 49.
11. Нечаев И. Ускоренная зарядка аккумуляторов. — Радио, 1995, № 9, с. 52, 53.
12. Алексеев С. Зарядные устройства для Ni-Cd аккумуляторов и батарей. — Радио. 1997, N2 1, с. 44—46.
13. Долгов О. Зарубежное зарядное устройство и его аналог на отечественных элементах. — Радио, 1995, № 8, с. 42, 43.
14. Дорофеев М. Вариант зарядного устройства. — Радио, 1993, N® 2, с. 12, 13.
15. Ткачев ф. Расчет термочувствительного моста. — Радио, 1995, № 8, с. 46-
16. Бирюков С. Микросхемные стабилизаторы напряжения широкого применения. — Радио, 1999, N9 2, с. 69—71.

17. Самовосстанавливающиеся предохранители MULT!FUSE фирмы BOURNS. — Радио, 2000, № 11, с. 49—51.

18.

https://www.ti.com/lit/an/snva533/snva533.pdf?ts=1608021598572&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F

19. <https://globusks.ru/uk/derzhateli-elementov-aa-popytka-vosstanovit-emkost-otrabotannyh-nicd-i-nimh/>

20. <http://www.powerinfo.ru>

21. <https://korea1.ru/uk/premery/konechnoe-napryazhenie-na-ni-mh-akkumulyator-chto-nuzhno-znat-o-ni-mh-akkumulyatorah/>

22. <https://radiostorage.net/5089-skHEMA-zaryadnogo-ustrojstva-s-tajmerom-dlya-aa-i-aaa-akkumulyatorov.html>

23. <https://radiostorage.net/5089-skHEMA-zaryadnogo-ustrojstva-s-tajmerom-dlya-aa-i-aaa-akkumulyatorov.html>

24.

[https://phys.libretexts.org/Bookshelves/University_Physics/Book%3A_University_Physics_\(OpenStax\)/Map%3A_University_Physics_II_-_Thermodynamics_Electricity_and_Magnetism_\(OpenStax\)/10%3A_Direct-Current_Circuits/10.06%3A_RC_Circuits](https://phys.libretexts.org/Bookshelves/University_Physics/Book%3A_University_Physics_(OpenStax)/Map%3A_University_Physics_II_-_Thermodynamics_Electricity_and_Magnetism_(OpenStax)/10%3A_Direct-Current_Circuits/10.06%3A_RC_Circuits)

					МКР.ЕС.150349.000.ПЗ	Арк
						97
В	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позна-чення		Найменування			Кількість	Примітки			
		Мікросхеми							
DA1		Подвійний компаратор LM393N			1				
		Резистори							
R1		МЛТ-0,125 1,6МОм ±10%			1				
R2		MF-25 16кОм ±1%			1				
R3		MF-25 22кОм ±1%			1				
R4, R15		MF-25 20кОм ±1%			2				
R5		МЛТ-0,125 47кОм ±10%			1				
R6, R17		MF-25 1кОм ±1%			2				
R7, R18		МЛТ-0,125 5,6кОм ±10%			2				
R8, R19		MF-25 2,2кОм ±1%			2				
R9		MF-25 300Ом ±1%							
R10, R20		МЛТ-0,125 110Ом ±10%			3				
R11, R12		МЛТ-0,125 12кОм ±10%			2				
R13		МЛТ-0,125 11кОм ±10%			1				
R14		RV16LN 29кОм ±5%			1				
R16		MF-25 250кОм ±1%			1				
		Конденсатори							
C1, C2		JAMICON 5мкф 50В 105°C			2				
C3		TEAPO 100нф 5В ±10%			1				
					МКР.ЕС.150349.000.ПЕЗ				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Мішак А. А.				Зарядний пристрій для Ni-MH акумуляторів Перелік елементів		Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Заяць Т. М						У	1	2
Т.Контр.							УжНУ, Інженерно-технічний факультет, гр. ЕС		
Н.Контр.	Спесивих О. О.								
Затверд	Заяць Т. М								

[illegible]

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки	
				Документація			
A1			МКР.ЕС.150349.01.000 Е1	Схема електрична структурна	1		
A1			МКР.ЕС.150349.01.000 Е3	Схема електрична принципова	1		
A1			МКР.ЕС.150349.01.000 Е4	Схема електрична складальна	1		
A1			МКР.ЕС.150349.01.000 ПЕЗ	Схема друкованої плати	1		
A4			МКР.ЕС.150349.01.000	Специфікація	1		
A4			МКР.ЕС.150349.01.000.ПЕЗ	Перелік елементів	1		
A4			МКР.ЕС.150349.01.000.ПЗ	Пояснювальна записка	1		
				Резистори			
		1	R1	МЛТ-0,125 1,6МОм ±10%	1		
		2	R2	МБ-25 16кОм ±1%	1		
		3	R3	МБ-25 22кОм ±1%	1		
		4	R4,R15	МБ-25 20кОм ±1%	2		
		5	R5	МЛТ-0,125 47кОм ±10%	1		
		6	R6, R17	МБ-25 1кОм ±1%	2		
		7	R7, R18	МЛТ-0,125 5,6кОм ±10%	2		
		8	R8, R19	МБ-25 2,2кОм ±1%	2		
		9	R9	МБ-25 300Ом ±1%	1		
		10	R10, R20	МЛТ-0,125 110Ом ±10%	3		
					МКР.ЕС.150349.01.000		
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Мішак А. А.						
Перевір.	Заяць Т. М						
Т.Контр.					Зарядний пристрій для Ni-MH акумуляторів Специфікація		
Н.Контр.	Спесивих О. О.						
Затверд	Заяць Т. М.						
					Лім.	Арк.	Аркушів
					У	1	2
					УжНУ, Інженерно- технічний факультет, гр. ЕС		

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
		11	R11, R12	МЛТ-0,125 12кОм ±10%	2	
		12	R13	МЛТ-0,125 11кОм ±10%	1	
		13	R14	RV16БК 29кОм ±5%	1	
		14	R16	MF-25 250кОм ±1%	1	
				Діоди		
		15	VD1, VD3-VD5	Д223	4	
		16	VD2	КД226А	1	
				Світлодіоди		
		17	HL1	АЛ307БМ	1	
		18	HL2	АЛ307ВМ	1	
				Транзистори		
		19	VT1, VT3	КТ312В	2	
		20	VT2	КТ816В	1	
				Конденсатори		
		21	C1, C2	JAMICON 5мкф 50В 105°С	2	
		22	C3	ТЕАРО 100нф 5В ±10%	1	
		23	C4	ТЕАРО 47нф 5В ±10%	1	
				Мікросхеми		
		24	DA1	LM393N	1	
					МКР.ЕС.150349.01.000	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
						2



Пояснювальна записка

Uploaded: 12/21/2020 | Checked: 12/21/2020

• Matches • Citations • Reference • Character replacement



Matches



Citations



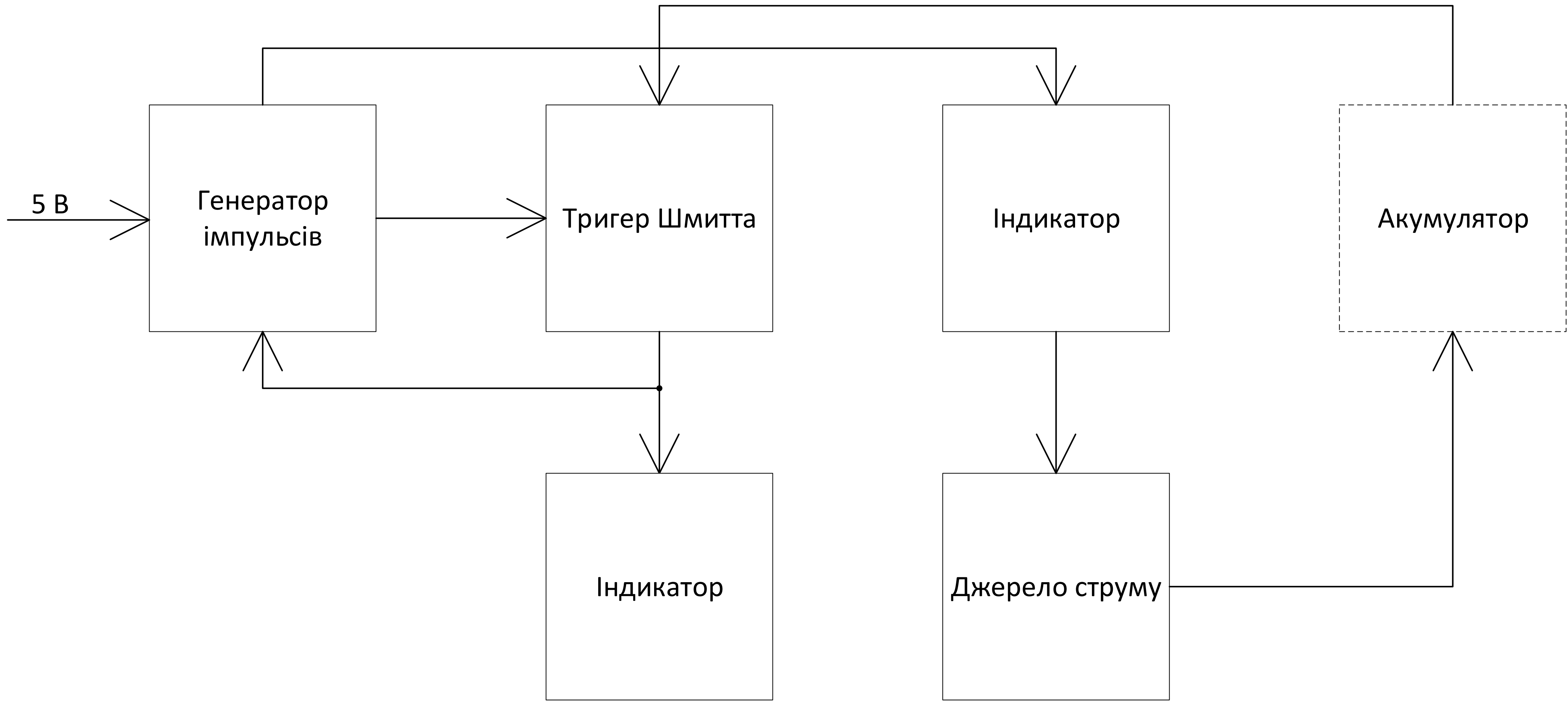
References

Matches

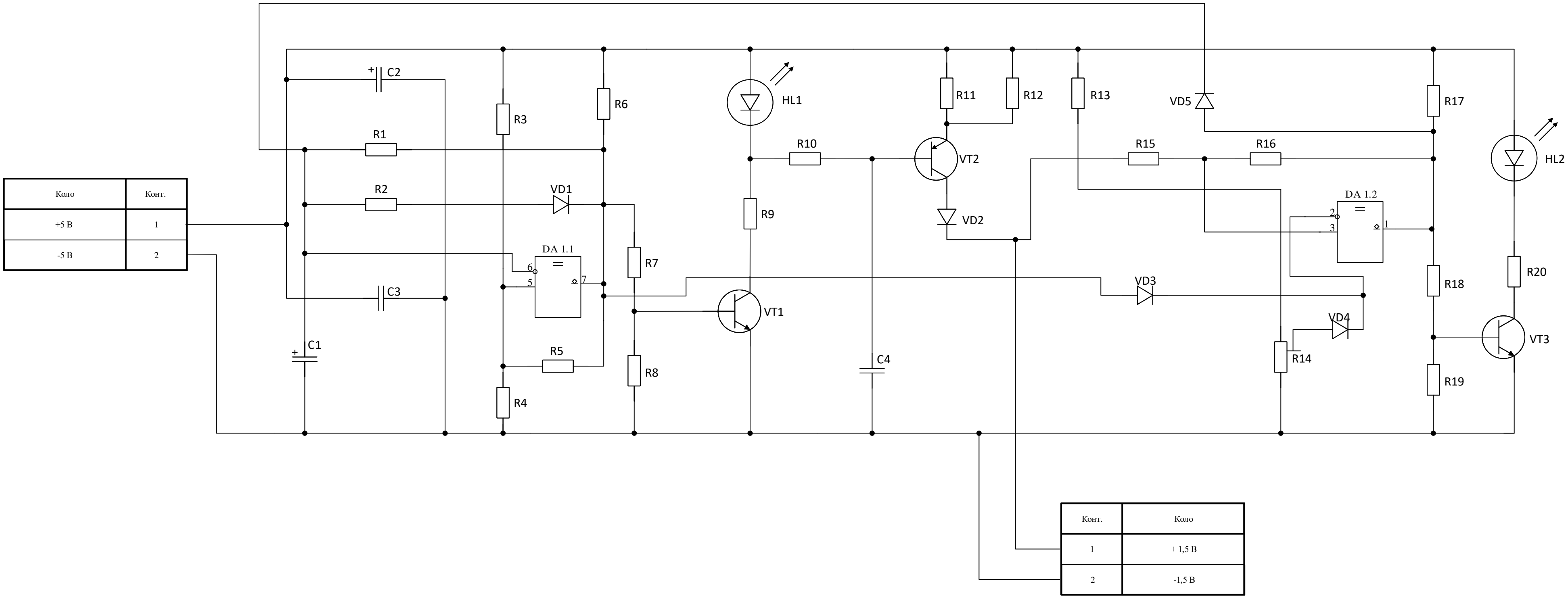
Web sources

252

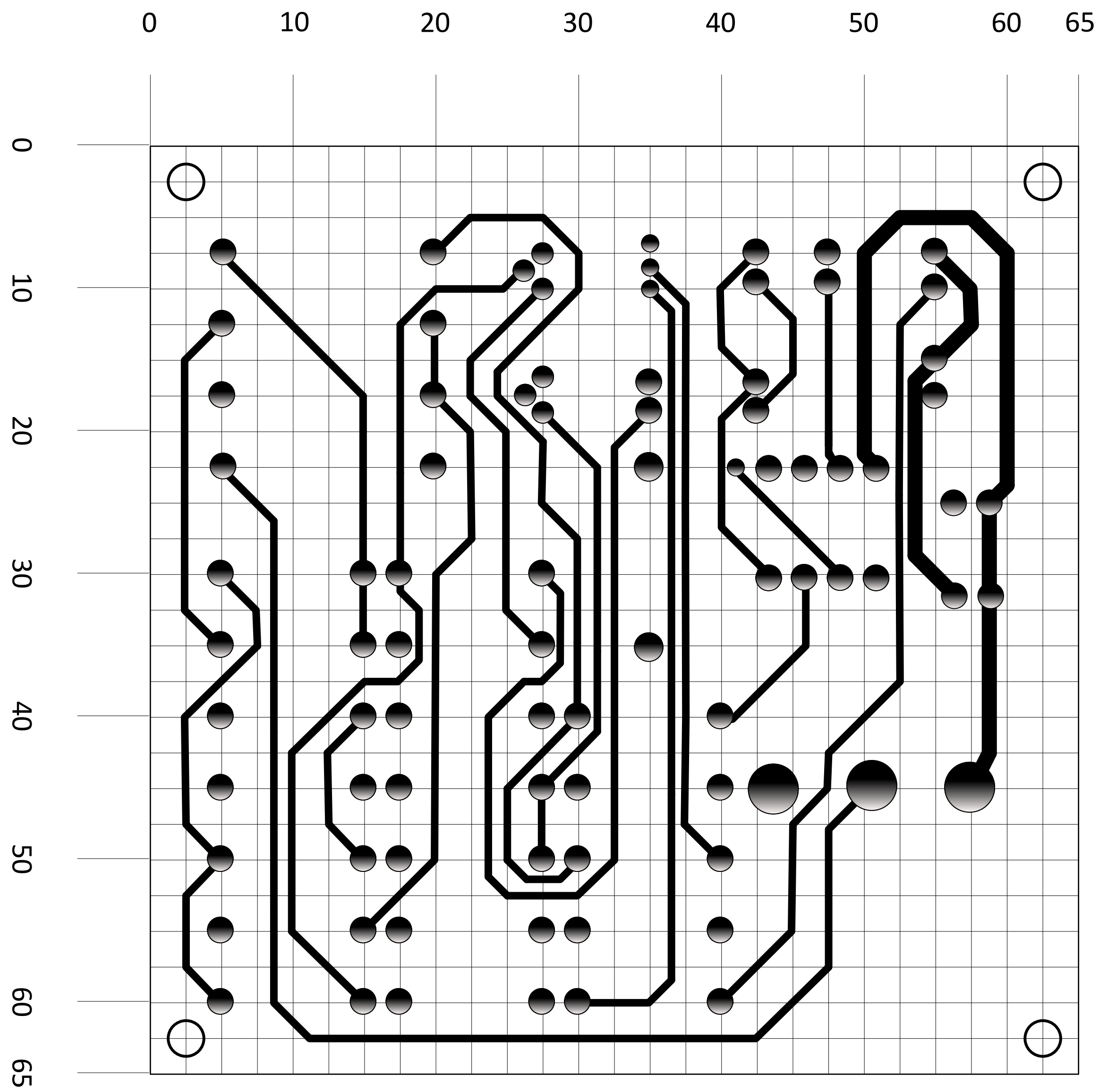
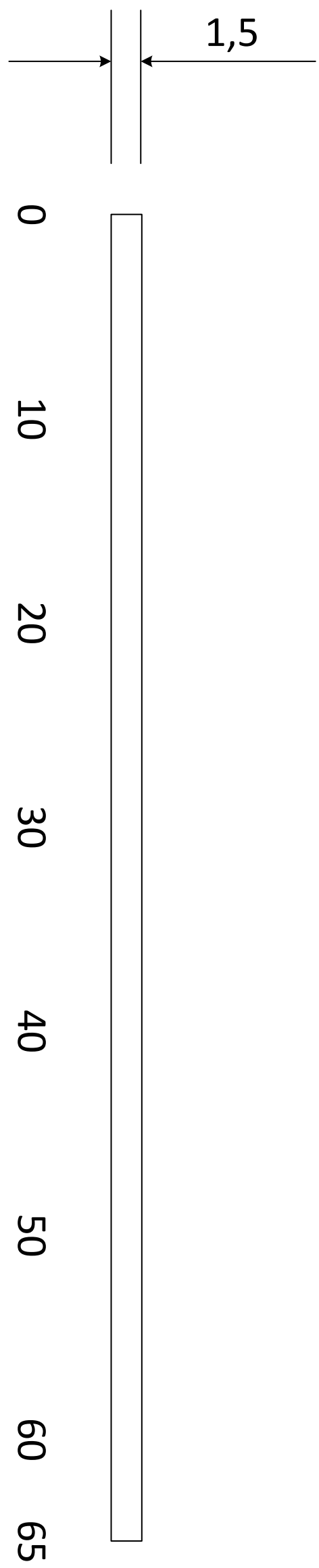
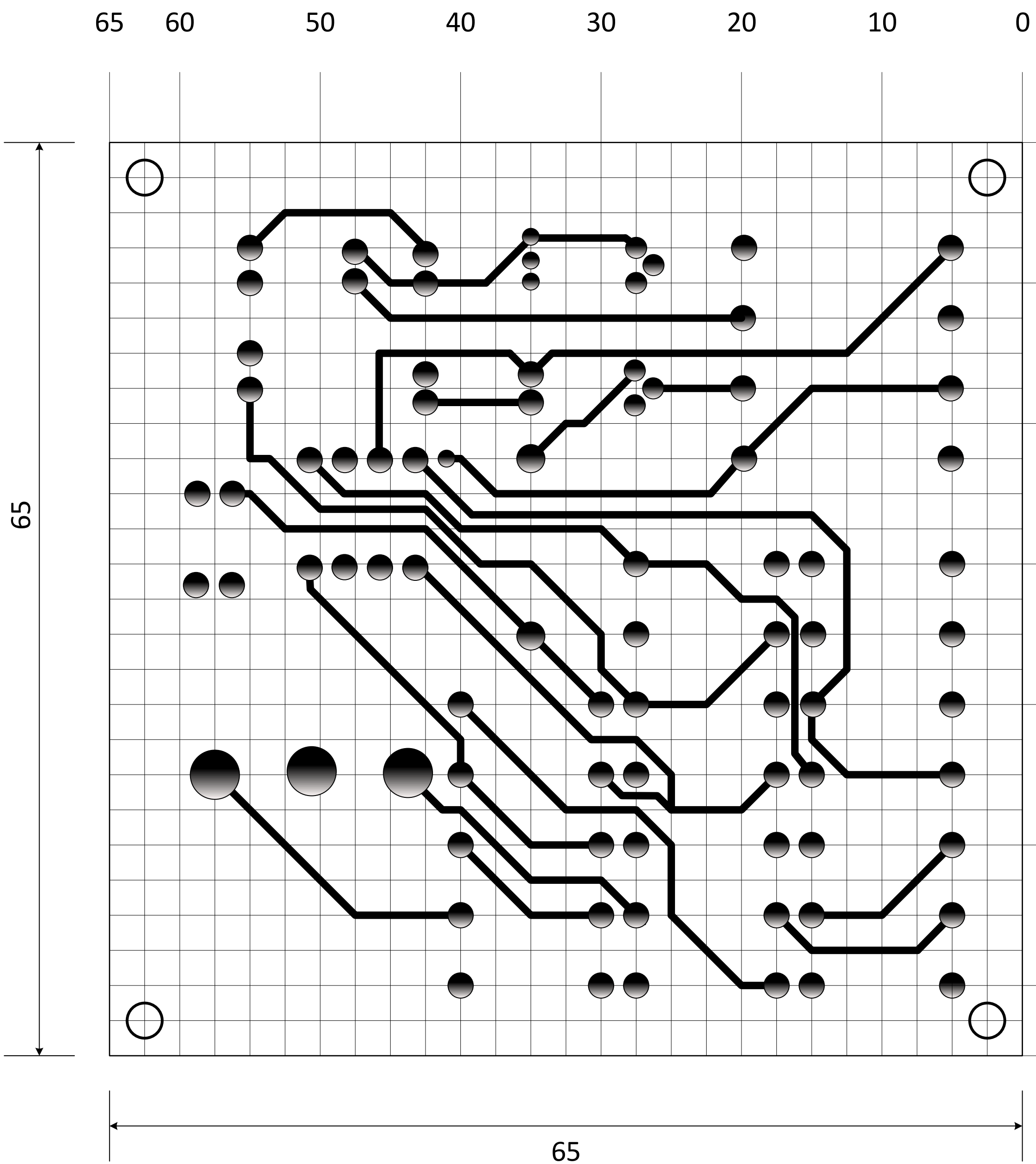
1	ua.nauchebe.net http://ua.nauchebe.net/2010/07/zaryadnij-pristij-2/	14.94%
2	ua.nauchebe.net http://ua.nauchebe.net/2012/10/principova-exema-pristroyu-dlya-shvidko%D1%97-zaryadki-akumulyatomix-batarej/	2.54%
3	atm.vntu.edu.ua http://atm.vntu.edu.ua/metod/magister.pdf	1.15%
4	repository.dnu.dp.ua:1100 http://repository.dnu.dp.ua:1100/upload/2242157aa5449b2bdd0da7bd65b4c32dPolovna-Vasil'yeva-O.A._METODICHNI-REK...	1.13%
5	nmetau.edu.ua https://nmetau.edu.ua/file/tzao_4276.pdf	1.13%
6	inmad.vntu.edu.ua http://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/48EBB20A-1D45-4219-A13A-EEA58400D78B.pdf	1.02%
7	elartu.tntu.edu.ua http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/15831/1/Specialisty_15-16_metodychka.doc	0.95%
8	old.filos.lnu.edu.ua http://old.filos.lnu.edu.ua/ps_bakalavr_met.doc	0.95%
9	turism.donnuet.education http://turism.donnuet.education/wp-content/uploads/2013/11/Vinogradova_O.V._Panasyuk_K.A._Metod_rek-magistr.rabo...	0.95%
10	inmad.vntu.edu.ua http://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/B621B937-D8FF-4B98-9912-3055BDF7F73C.pdf	0.91%



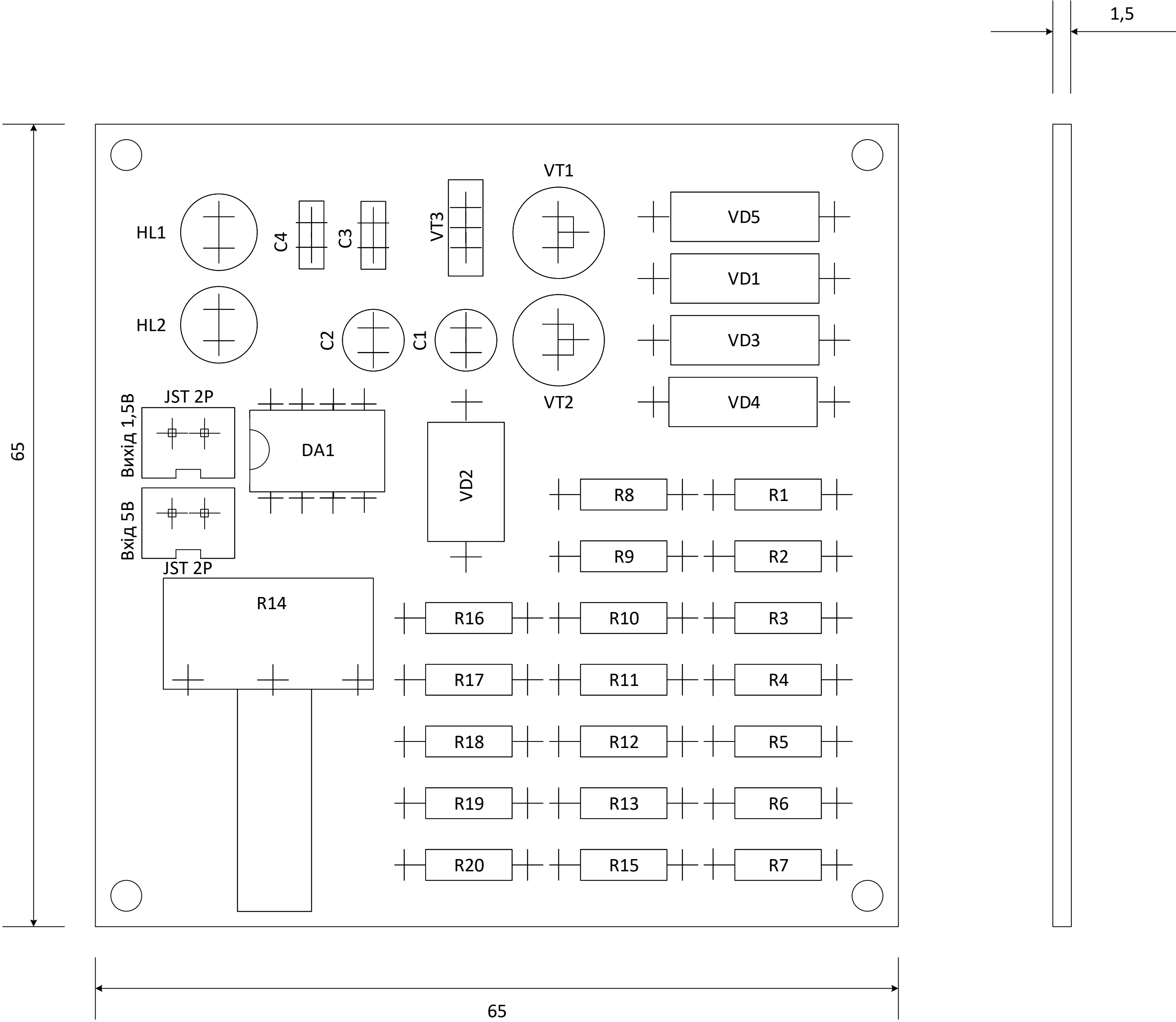
						МКР.ЕС.150349.01.000.Е1			
						Зарядний пристрій для Ni-MH акумуляторів			
Зм.	Арс.	№ док-м.	Підпис	Дата					
Розроб.	Мішак А. А.					У	Літ.	Маса	Масштаб
Перевір.	Заваль Т. М.						Арс.	Аркушів	
Реценз.									
Т. Коопер.	Степанів О. О.					УжНУ, Інженерно-технічний факультет, гр. ЕС			
Н. Коопер.	Заваль Т. М.								
Затверд.									



						МПК.ЕС.19055035.01.000.Е3			
						Зарядний пристрій для Ni-MH акумуляторів Схема електрична принципова	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ дозв.	Підпис	Дата			y		1:1
Розроб.	Мішак А. А.						Арх.		Архувий
Перевір.	Заваль Т. М.						УжНУ, Інженерно-технічний факультет, гр. ЕС		
Ревіз.									
Т. Коопер.									
Н. Коопер.	Степанів О. О.								
Затверд.	Заваль Т. М.								



					МКР.ЕС.19055035.01.000 ПЕЗ						
					Зарядний пристрій для Ni-MH Акумуляторів Друківана плата	Лит.		Маса	Масштаб		
Зм.	Арс.	№ дозв.	Підпис	Дата		у			4:1		
Розроб.	Мішак А. А.										
Перевір.	Заваль Т. М.										
Резонс.											
Т. Кооптр.										УжНУ, Інженерно-технічний факультет, гр. ЕС	
Н. Кооптр.											
Затверд.											



						МКР.ЕС.19055035.01.000 Е4				
						Зарядний пристрій для Ni-MH Акумуляторів Складальна креслення				
Зм.	Арх.	№ дозв.	Підпис	Дата						
Розроб.	Мішак А. А.					Літ.		Маск	Масштаб	
Перевір.	Зоваль Т. М.					у			4:1	
Реценз.										
Т. Коопер.								Арх.		Архувий
Н. Коопер.	Степанів О. О.					УжНУ, Інженерно-технічний факультет, гр. ЕС				
Затверд.	Зоваль Т. М.									