

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної кваліфікаційної роботи

магістра на тему:

**Паяльна станція з розширеними функціональними
МОЖЛИВОСТЯМИ**

Завідуючий кафедрою

Опанасюк А. С.

Керівник кваліфікаційної роботи
магістра

Кулик І.А.

Консультант з економічної частини

Маценко О.М.

Виконав студент ЕС.м-71

Бадай М.В.

Суми - 2018

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 80 сторінок, 7 рисунків, 4 таблиці, 13 джерел літератури.

Об'єкт розробки – Паяльна станція з розширеними функціональними можливостями.

Мета розробки – Розробити паяльну станцію, яка буде дозволяти здійснювати паяння чутливих електронних компонентів з максимальним дотриманням усіх встановлених для них технічних регламентів по температурі та тривалості паяння, рівномірності та швидкості нагрівання, розмірам зони нагрівання, тощо. Паяльні станції дозволяють оперативно регулювати потужність і температуру нагрівання жала паяльника.

Ключові слова: паяльна станція, паяльний пристрій, термоповітряний нагрівач.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Розробка виробу	7
1.1 Огляд літератури та постановка завдання дослідження.....	7
1.2 Науково-дослідна частина.....	18
1.3 Розроблення електронної системи чи пристрою з використанням отриманих результатів дослідження.....	25
1.3.1 Обґрунтування алгоритму функціонування пристрою.....	25
1.3.2 Обґрунтування структурної схеми пристрою.....	26
1.3.3 Розроблення схеми електричної функціональної пристрою.....	30
1.3.4 Розроблення схеми електричної принципової.....	32
1.3.5 Розроблення друкованої плати.....	35
1.3.6 Вибір елементної бази.....	38
1.3.7 Розрахунки та синтез основних електронних вузлів, блоків, схем керування, синхронізації.....	46
2 Охорона праці.....	52
2.1 Заходи щодо забезпечення охорони праці при виготовленні пристрою.....	52
2.1.1 Склеювання деталей і вузлів.....	52
2.1.2 Пайка деталей і вузлів.....	52
2.1.3 Виготовлення друкованих плат.....	54
2.2 Заходи з безпеки охорони праці при експлуатації пристрою.....	55
3 Техніко-економічна частина.....	61
3.1 Економічна ефективність ІТ.....	61
3.1.1 Основи оцінки ефективності ІТ.....	61
3.1.2 Підходи оцінки проектів з впровадження ІТ.....	62
3.1.3 Методика та критерії оцінки економічної ефективності ІТ.....	65
3.2 Розрахунок собівартості проектованого пристрою.....	70
Висновки.....	79
Список літератури.....	80

					ЕЛІТ 8.171.00.10.004 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Бадай М.В				Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірів	Кулик І.А					3	80
Консульт.					СумДУ – ЕСм71		
Н. контроль	Гапич В.М.						
Затверд.	Опанасюк А.С.						
Паяльна станція з роширеними функціональними можливостями							
Пояснювальна записка							

ВСТУП

Електронікою називають область науки, техніки і виробництва, у якій розробляються принципи виробництва й удосконалювання електронних приладів, методи їхнього інженерного розрахунку і технологічного забезпечення, способи створення електронних систем для потреб народного господарства.

Електроніка – галузь електротехніки, яка вивчає явища в напівпровідниках, газах, вакуумі та їх використання для одержання, передачі, обробки й зберігання інформації.[3]

Широке використання електронної апаратури обумовлено її швидкодією, точністю, високою чутливістю, малим споживанням енергії, постійно зростаючою економічністю.

Електронні прилади складають основу найважливіших засобів сучасного зв'язку, автоматики, вимірювальної техніки. Вони допомагають проникнути в таємниці мікросвіту і космосу, виміряти електричні потенціали живої клітки й атомарні шорсткості оброблюваної поверхні. Ці прилади перетворюють сонячне випромінювання в електричну енергію, що живлять супутники.

На основі електроніки реальний перехід до цілком автоматизованого виробництва. Уже зараз широко застосовуються верстати з числовим програмним керуванням і промислові роботи.

Якісним стрибком у розвитку електроніки було створення в останні два десятиліття мікросхем з послідовним і швидко збільшуваним ступенем інтеграції електронних елементів: ІС, ВІС, НВІС.

Переведення цифрової обчислювальної техніки на електронну, а потім і мікроелектронну базу відкрило перспективи подальшої автоматизації процесів керування аж до створення автоматів, наділених елементами інтелекту.

Електроніка займається вивченням електронних явищ і процесів, зв'язаних зі зміною концентрації і переміщенням заряджених часток у різних середовищах (у вакуумі, газах, рідинах, твердих тілах) і умовах (при різній температурі, під впливом електричних і магнітних полів).

Мета електроніки як галузі техніки — розробка, виробництво й експлуатація електронних приладів і пристроїв

Сучасні технічні засоби електроніки широко використовуються у всіх галузях народного господарства.

Ефективність електронної апаратури обумовлена високою швидкістю, точністю і чутливістю вхідних у неї елементів, найважливішими з яких є електронні прилади. За допомогою цих приладів можна порівняно просто, з високим коефіцієнтом корисної дії, перетворювати електричну енергію за формою, величиною і частотою струму чи напруги. Такий процес перетворення енергії здійснюється в багатьох схемах електронної апаратури (випрямлячах, підсилювачах, генераторах). [1]

Різноманітні електронні датчики і вимірювальні прилади дозволяють з високою точністю вимірювати, реєструвати і регулювати зміни неелектричних величин - температури, тиску, пружних деформацій.

Процеси перетворення енергії в приладах електроніки відбуваються з великою швидкістю. Це обумовлено малою інерційністю, характерною для більшості електронних приладів, що дозволяє застосовувати їх у широкому діапазоні частот - від нуля до десятків і сотень ГГц. При цьому досягається така висока чутливість, що не може бути отримана в приладах іншого типу. Так, електронними вимірювальними приладами можна вимірювати струми порядку 10 А і напругу 10 В. Слід зазначити, що в наш час прогрес майже в усіх галузях науки і техніки багато у чому зумовлений успіхами електроніки. Тому знання основ технічної електроніки необхідні інженерам будь-якої спеціальності.

Зростання ефективності промислового виробництва, підвищення якості продукції, наукові досягнення сьогодні стали практично неможливими без широкого застосування електронної апаратури.

Паяльна станція - це електричний інструмент для пайки. Тільки у неї розширені можливості, адже до складу станції входить не тільки паяльник, але і керуючий блок.

Як відомо, паяльні станції є ефективним інструментом для пайки. Вони є незамінними пристроями при необхідності ремонту елементів мобільних телефонів і інших портативних пристроїв, а також електронних друкованих плат в цілому. Пристосування, які використовувалися в минулому, вже не актуальні, так як вони не можуть забезпечити тієї точності пайки і широкого кола можливостей, які доступні при використанні сучасних пристроїв.

Паяльна станція - електричний інструмент для пайки. До складу паяльної станції входить, крім спеціального паяльника, управляючий блок. Володіє в порівнянні зі звичайним паяльником розширеними можливостями: регулюванням

і підтримкою заданої температури, захистом від перевантажень і статичної електрики, і, іноді, додатковими приналежностями: підставкою для паяльника, отсосом для видалення зайвого припою з місця пайки, термофеном і т. Д.

Метою даної роботи є вивчення складу і видів паяльних станцій. Сучасна паяльна станція стане в нагоді не тільки в спеціалізованих майстернях, але і для побутового використання, якщо Ви маєте пізнання в електриці і самостійно виправили різні дрібні поломки побутового характеру.

Станція паяльна гарна при автоматизованому й професійному монтажі елементів. Вони оснащені вакуум отсосом, а в деяких моделях для нагрівання використовують інфрачервоне опромінення або гаряче повітря, що більш безпечно для монтажу дуже чутливих до перегріву мікросхем. Паяльні станції дозволяють оперативно регулювати потужність і температуру нагрівання жала паяльника. [5]

1 РОЗРОБКА ВИРОБУ

1.1 Огляд літератури та постановка завдання дослідження

Технологічний процес пайки застосовувався з давніх часів і існує близько 3000 років, про що свідчать розкопки древніх міст, в яких зустрічаються предмети з'єднані мідної або свинцевою пайкою. Тенденції розвитку техніки безпосередньо впливають на процес пайки і застосовувані в ньому компоненти. Існує велика різноманітність напрямків пов'язаних з ремонтом електронної техніки із застосуванням: паяльних станцій, інфрачервоних станцій, термоповітряних станцій і т.д. Розглянуті станції являють собою не просто паяльник знайомий кожному ще з радянських часів, а складний блок здійснює процес встановлення і підтримання температури інструменту задіяного в технологічному процесі. Актуальність теми дослідження визначається перевагою паяльних станцій перед простим паяльником по цілому ряду показників, в які входить можливість регулювання температурних режимів. Повсякденне використання в моїй роботі паяльної станції з можливістю зміни насадок жала паяльника і регулюванням температури дозволяє проводити роботи різного рівня складності більш грамотно вибудовувати робочий процес. Тому цілі цієї роботи полягають в комплексному вивченні як окремо деяких видів паяльних станцій, так і ринку в цілому, в тому числі порівняння характеристик, функціональних особливостей і цін. Основною метою дипломної роботи є створення паяльної станції, демонстрація її роботи на практиці, а також виявлення переваг в порівнянні з покупними.

Паяльники спочатку виготовлялися з цільної мідної головки в вигляді топірця і виконує роль жала. Як рукояті використовувалися сталеві прутки різної довжини і форми. Використання двох металів з різною теплопровідністю дозволяло утримувати даний паяльник в руках і зберігати прийнятну температуру на мідному жалі. Нагрівання даних пристроїв відбувався на вугіллі в печі, що дало їм назву - жарові. такі паяльники використовувалися в промислових цілях в основному в кузнях і на заводах для лудіння металу, труб і кабелів. На зміну яким прийшли паяльні лампи, що працюють на солярці або бензині.

Перший в світі паяльник, який працює від розетки, з'явився завдяки німецькому інженеру і вченому Ернсту Сакс, який винайшов і подав заяву на патент конструкції такого типу, виконаний у вигляді молотка в 1921р зображеного

на малюнку 1. Маючи патент на пристрій і попит на ринку до такої продукції, Сакс відкрив фірму ERSA. Дана компанія існує до цього дня. Зовнішній вигляд нагадував ручної паяльник і володів потужністю в 600 Вт. Конструкція паяльника стала прабатьком для нових типів паяльників.



Рисунок 1.1- Перший електричний паяльник

Пристрій електричного паяльника розібрано на малюнку 2 і представлено на прикладі класичної конструкції. Рукоять має кілька варіантів виконання з дерев'яною або пластиковою рукояткою. Фартух завдяки насічкам дозволяє зручно зафіксувати пристрій в долоні і забезпечити повітряний зазор, для зменшення температури переданої рукояті. Отвори так само допомагають знизити температуру, передану по корпусу від нагрівача до рукояті. Така схема реалізації паяльника використовується і в даний час для потужностей з 20 до 100Вт. Розглянемо принцип дії: навколо паяльного жала намотана спіраль з ніхромового дроту, при протіканні електричного струму всередині спіралі відбувається її розігрів, а що виділяється тепло передається жала. Щоб уникнути можливості короткого замикання, відбувається ізолювання спіралі від жала матеріалами, які не проводять електричний струм. Як ізолятора частіше застосовують слюдяні пластини, завдяки низькій вартості і можливості витримувати як механічні, так і теплові навантаження.

Після нагріву місця виконуваних робіт до заданої температури і твори монтажних або де монтажних робіт з наступною фіксацією радіоелементів. По закінченню даних дій проводиться очищення плати спиртом, бензином або розчинником, для проведення контролю якості виконаних робіт.

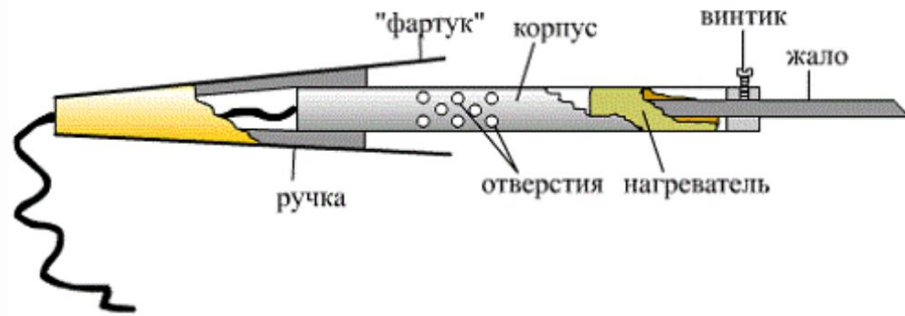


Рисунок 1.2- Паяльники ЭПСН

Для підвищення точності монтажу складних або негабаритних елементів застосовується технологія точкової фіксації електронного компонента в декількох точках з використанням низькотемпературних видів припою. Використання відповідного типу припою і флюсу гарантує якісну фіксацію елементів. Щоб забезпечити якісний контакт між платою і встановленою

деталлю передбачають невеликий зазор, що заповнюється олов'яно-свинцевим припоєм і розраховується за формулою:

$$d = d_{\text{отв}} - d_{\text{в}} \geq 0,2-0,3 \quad (1.1)$$

де $d_{\text{отв}}$ - діаметр отвору виконаного на платі;

$d_{\text{в}}$ - діаметр виведення ЕРЕ.

Розмір і форма заточування робочої поверхні визначається площею контакту і підбором припою, що відповідає найкращій смачиваємості. Для зручною і правильної роботи, що не приводить до перегріву плати і елементів, розташованих на ній, температура паяльного жала повинна бути вище, ніж використовуваний тип припою на 30-60 ° С.

На графіку, показаному нижче на малюнку 3 відображені значення плинності олов'яно-свинцевого припою від температури робочої поверхні

жала. На першій ділянці ми спостерігаємо недостатню температуру, щоб змінити агрегатний стан припою, і як наслідок низькі показники пайки. На другій ділянці з оптимальною температурою необхідної для даного припою ми отримуємо максимальний ефект і дотримання температурного режиму не приводить до перегріву припою, елементів на платі і самог текстоліту. Третя ділянка

показує завищену температуру, що призводить до обгорання паяльного жала і надзвичайно швидкому розігріву припою.

Класичний паяльник через свої габарити і нестабільної температури жала від 270 до 310 ° С слабо підходить для виконання сучасних робіт. Розкид робочої температури на 30-40 ° С обумовлений інтенсивної тепловіддачею при контакті з припоєм і платою. При роботі з багатошаровими друкованими платами, напівпровідниковими елементами чутливих до нагрівання, підтримання температури жала на заданому рівні є головним завданням для забезпечення якості виконуваних робіт і збереження ЕРЕ в працездатному стані. Вихід з ладу радіодеталі розташованої на платі внаслідок перегріву є більш суттєвою проблемою, ніж деградація паяльного жала. Обумовлено це ціною на подібні компоненти, які можуть в кілька разів перевищувати вартість паяльника

Головне достоїнство паяльної станції перед класичним паяльником полягає в блоці електронного регулювання. Даний блок дозволяє плавно і точно змінювати значення встановленої температури, захищає підключені пристрої від перевантажень. Поділ типів паяльних станцій можна зробити на дві групи:

- Контактні станції - виконані із застосуванням електронного блоку складається з терморегулятора, який управляє звичайним паяльником.

- Безконтактні станції - представлені вигляді термофенов здійснюють нагрів радіодеталей за допомогою гарячого потоку повітря.

На даний момент більшу конкуренцію в даній групі становлять пристрою з інфрачервоним нагріванням, випромінювання якого призводить до розігріву припою і самих елементів. За типом управління паяльні станції також

підрозділяються на групи:

- Цифрові станції виконані із застосуванням мікроконтролерів, в яких на рівні програмного коду реалізовано управління пропорційно-інтегрально-дифференцируючого регулятора відповідає за формування сигналу необхідного для перехідного процесу і автоматичного процес стабілізації температури. ПІД-регулятор відповідає за формування керуючого імпульсу, який є сумою з трьох доданків. перше пропорційно різниці між вхідним сигналом і сигналом, що отримуються за зворотного зв'язку.

Друге значення є інтегралом, отриманим з сигналу неузгодженості. Третє значення, представлене у вигляді похідної сигналу неузгодженості. Процес роботи, описаний вище, полягає в зміні потужності підводиться до нагрівача.

Якщо температура паяльного жала стала нижче встановленої температури, то потрібна потужність нагріву невелика, при цьому нагрів триватиме, поки не досягне заданої температури. При пайці деталей жало остигає, і різниця між заданою і поточною температурою стає більше. Для досягнення встановленої температури застосовується ПІД-регулятор, пропорційно збільшує потужність нагрівання. Цифровий спосіб підтримки температури більш точний, ніж аналоговий.

- В станціях з аналоговим управлінням регулювання температури відбувається постійними перемиканнями нагрівального елемента. Як тільки температура, обчислена з термопари наблизилася до значення встановленої на блоці нагрівач відключається, а при зниженні температури, процес нагрівання починається по новій. Даний спосіб управління часто призводить до перегріву жала паяльника, внаслідок нелінійного нагрівання і точності підтримки виставленої температури.

Паяльна станція — багатофункціональний настільний паяльний інструмент, спеціально призначений для застосування в галузі електроніки, а також в електротехніці. Дозволяє здійснювати паяння чутливих електронних компонентів з максимальним дотриманням усіх встановлених для них технічних регламентів по температурі та тривалості паяння, рівномірності та швидкості нагрівання, розмірам зони нагрівання, тощо.

Конструктивно паяльна станція складається з одного або декількох паяльних пристроїв, під'єднаних до основного блоку, який також містить органи керування і засоби індикації.

До складу станції входить і ряд допоміжних елементів — фіксатори, штативи, підставки, засоби очищення робочого органу, тощо. В цілому, у подібних пристроях намагаються передбачити усе, що може сприяти виконанню якісного та швидкого монтажу та демонтажу електронних компонентів в умовах ручного паяння. Значна увага приділяється зручності їх використання, що важливо в ситуаціях значного обсягу паяння та при потребі регулярного здійснення паяльних робіт. Це робить паяльні станції оптимальним засобом для професійного застосування в сфері радіомонтажу та ремонту. Зазвичай вони розповсюджені в майстернях з ремонту електроніки, радіолабораторіях, а в окремих випадках і на виробництві. [7]

Прості паяльні станції зустрічаються також на побутовому рівні в складі

домашніх майстерень.

Конфігурація та оснащення станцій паяльними пристроями можуть значно різнитися відповідно до конкретних потреб та умов застосування. З огляду на це, станції інколи поділяються на монтажні та демонтажні.

Однак така класифікація є досить умовною, оскільки в багатьох моделях станцій передбачається можливість підключення окремо придбаних додаткових пристроїв за потребою користувача.

Температура робочого органу паяльної станції вільно налаштовується оператором в широкому діапазоні, який типово знаходиться на проміжку від 100 до 480 °С. Станції з температурами вище 500 °С практично не зустрічаються, що робить їх придатними для паяння з використанням виключно м'яких припоїв. Варто зазначити, що окремі паяльні станції мають фіксовану оптимальну робочу температуру без можливості її зміни користувачем.

Поширення паяльних станцій викликано в першу чергу тим, що ручне паяння в галузі електроніки із використанням простих паяльних засобів, перестає відповідати вимогам якості. Тенденції до інтеграції, мініатюризації та здешевлення електронних компонентів для галузі масового виробництва, спричинили підвищення їх вразливості до теплових ушкоджень. Невелику деталь із дрібними зовнішніми виводами значно легше перегріти за рахунок малої теплоємності виводів, та малої площі розсіювання тепла самої деталі. Те ж саме стосується струмопровідних доріжок на друкованих платах, які в наслідок перегрівання починають відшаровуватися через руйнування клею, яким вони закріплені.

При виготовленні корпусів електронних компонентів усе частіше, замість металів та кераміки, використовуються спеціальні пластмаси, які є значно дешевшими та більш технологічними, але мають гірші теплові характеристики і погано витримують термоудар. Проблему ускладнює масовий перехід серійного виробництва до застосування безсвинцевих припоїв, які зазвичай мають вищу на декілька десятків градусів температуру плавлення ніж старі припої з вмістом свинцю. Все це наближає температури паяння до небезпечних меж, що накладає додаткові обмеження на тривалість процесу паяння та звужує діапазон припустимих температур. [6]

Недотримання температурного режиму паяння може також погіршити якість паяних з'єднань. Для забезпечення нормального прогрівання і змочування

спаюваних поверхонь, та для досягнення задовільної плинності припою, його температура повинна бути на 30—40 °С вищою ніж його ліквідус. Але з іншого боку, при занадто високих температурах флюс починає перегріватися, що призводить до послаблення або повної втрати його хімічної активності. Як наслідок, спаювані поверхні погано очищуються від окислів і між ними утворюється неякісний електричний контакт. Так зване, «холодне паяння» є самим поширеним дефектом паяних з'єднань, який до того ж досить важко розпізнається та діагностується. В подальшому, при роботі обладнання з таким паянням, між з'єднаними компонентами може спостерігатися ефект нестійкого електричного контакту. Така несправність поводиться непередбачувано і створює ряд ускладнень при ремонті.

Якщо на спаюваній поверхні присутній метал, що здатний добре розчинятися в припої (наприклад, золоте або срібне покриття), то тривалість процесу паяння також починає відігравати роль. При тривалому нагріванні в рідкий припій потрапляє відчутна кількість розчиненої домішки. В результаті між ними утворюються інтерметалічні сполуки, які зазвичай є крихкими речовинами, що може призвести до погіршення механічних характеристик спаю.

Таким чином, ризики негативних наслідків через недотримання температурного профілю паяння, зростають, що потребує застосування високоточних паяльних пристроїв.

Крім того, усі сучасні електронні компоненти розробляються в першу чергу виходячи з можливостей автоматизованого масового виробництва. Технологія поверхневого монтажу безперервно розвивається, з'являються нові, мініатюрні, типорозміри дискретних елементів та нові типи корпусів мікросхем, зростає щільність розташування деталей. Електричні контакти постійно зменшуються в розмірах і стають важкодоступними, через що вручну такі компоненти стає дуже складно встановити та припаяти.

Найскладнішими для ручного паяння є BGA компоненти, чисельні зовнішні виводи яких розміщуються на нижній, недосяжній ззовні, площині корпусу. Розтоплення припою можливе виключно шляхом наскрізного прогрівання такого компоненту і вимагає особливо обережного та рівномірного підведення тепла.

Процес паяння ускладнюється тим, що кульки припою на нижній стороні корпусу створюють потужний перетік тепла на друковану плату і за рахунок цього швидко охолоджуються. Крім того, перевірити якість паяння BGA компоненту без

застосування спеціальних технічних засобів (зокрема, рентгенівських камер) практично неможливо. Тому чітке дотримання заданого температурного профілю паяння стає фактично єдиною запорукою її якості. BGA мікросхеми все частіше використовуються практично в будь-яких побутових електронних пристроях. Це потребує застосування нових засобів для здійснення ручного паяння, більш споріднених із технологіями групового (безконтактного) нагрівання, задіяними у масовому виробництві електроніки. Саме паяльні станції забезпечують потрібні засоби паяння, до яких відносяться термоповітряні та інфрачервоні нагрівачі.

Головним елементом, який визначає робочі можливості станції, є її паяльний засіб. Для виконання різних операцій існують спеціальні інструменти і станції можуть комплектуватися одночасно декількома з них.

До основних пристроїв для здійснення паяння відносяться:
звичайні паяльники різних типів;

- ультразвуковий паяльник;
- термоповітряний нагрівач (термофен);
- демонтажний паяльний пінцет (термопінцет) - для SMD-компонентів;
- демонтажний помповий паяльник - для компонентів з наскрізним монтажем;
- інфрачервоний нагрівач.

Паяльник є найпоширенішим інструментом станцій і до їх складу можуть входити одразу декілька паяльників різних типів та потужностей. При такій конфігурації відпадає потреба витратити час на переналагодження єдиного робочого інструмента при необхідності встановлення жала іншої форми або при зміні його температури, що є зручним у випадку великого обсягу робіт. В окремих станціях можуть застосовуватися паяльники спеціалізовані або з нетиповими конструкціями, до яких можна віднести ультразвукові та індукційні паяльники.

Паяльники входять до складу станцій як інструмент локального (контактного) нагрівання.

У порівнянні із звичайними поодинокими паяльниками вони мають низку переваг, до яких можна віднести:

1) Кращі робочі характеристики

Температуру робочої частини паяльника можна довільно задавати в широкому діапазоні, в залежності від типу використовуваного припою;

Із певною точністю забезпечується автоматична підтримка заданої

температури, не залежно від виконуваних оператором робіт і швидкості охолодження робочої частини паяльника;

Присутні засоби індикації режиму роботи пристрою, в тому числі із вказанням поточної температури;

В паяльниках окремих станцій може бути реалізовано технологію ультразвукового паяння;

2) Вища якість нагрівального елемента

Забезпечується довший строк служби за рахунок застосування як керамічних нагрівачів, що мають більший робочий ресурс порівняно з дротяними нагрівачами, так і нагрівачів принципово інших типів (наприклад, в індукційних паяльниках);

Більш швидке нагрівання та менша тривалість переходу в режим готовності після вмикання (порядку 10-20 сек), особливо у випадку застосування індукційного методу нагрівання

Забезпечується вищий ККД паяльника завдяки застосуванню нагрівачів стрижневої конструкції та трубчастих жал;

3) Наявність блоку живлення

Забезпечується обов'язкова гальванічна розв'язка нагрівального елемента від електромережі. Це унеможливорює ураження спаюваних деталей високою напругою у випадку порушення ізоляції між нагрівачем та жалом. Також зменшується ризик короткого замикання у випадку, якщо спаювані деталі були заземлені;

Нагрівальний елемент працює на зниженій напрузі (10-30 В), що підвищує безпечність використання та мінімізує шанси раптового пробоя ізоляції. Крім того, робота на зниженій напрузі дозволяє значно підвищити як потужність так і довговічність нагрівального елемента. Такий ефект досягається за рахунок використання в його конструкції дроту більшої товщини, що робить неможливим його швидке перегорання;

Забезпечується заземлення усього пристрою, в тому числі жала паяльника. Це зменшує ризик пошкодження електронних компонентів як статичною електрикою на жалі, так і наведеною на ньому ємнісною паразитною напругою від нагрівального елемента;

Присутність запобіжника унеможливорює перенавантаження пристрою в аварійних ситуаціях;

4) Більша зручність використання

Робоча частина паяльника має менші розміри та вагу. Це зменшує втому оператора та дозволяє йому здійснювати більш тонкі і точні дії;

Конструкцією станції, як її невід'ємна частина, передбачено увесь набір допоміжних засобів для швидкого та якісного здійснення паяння (підставка для жала, засіб очищення жала та ін.);

В окремих моделях можуть бути реалізовані режими автоматичного вимкнення;

У деяких паяльних станціях присутні додаткові паяльні пристрої (термофен, помповий паяльник, тощо);

Недоліки:

- Загальна громіздкість паяльної станції унеможлиблює її використання у відриві від стаціонарного робочого місця, в тому числі у пересувних умовах;

- Надмірна для багатьох застосувань складність пристрою, яка є не потрібною у більшості звичайних ситуацій: при лудінні металевих поверхонь, та при спаюванні простих деталей: проводів, електричних роз'ємів та різних металевих виробів;

Як наслідок — завищена вартість.

Демонтаж електронних компонентів на друкованій платі становить особливу проблему. В процесі пошуку несправності часто виявляється необхідним відпаювати окремі компоненти, лише з метою діагностики їхнього стану. Це вимагає від процесу демонтажу особливої делікатності, оскільки відокремлені деталі, в разі виявлення їх працездатності, необхідно повернути в початковий стан не погіршивши в результаті їх якості. Деталі із багатьма зовнішніми виводами особливо важко відокремити від плати не пошкодивши їх, і не порушити при цьому оточуючу ділянку плати. Для механічного роз'єднання таких деталей потрібно одночасно розтопити припій на усіх паяних контактах, або певним чином почергово видалити цей припій на кожному контакті окремо, що в будь-якому разі становить нетривіальну задачу. [8]

Існує багато методик здійснення демонтажу електронних компонентів і для цього створено багато супутніх засобів: ручні механічні помпи для припою, мідні плетені стрічки, жала для паяльників спеціальної форми, тощо. Для застосування в паяльних станціях обираються максимально ефективні та зручні засоби, використання яких найбільше виправдане у професійній діяльності при

регулярних ремонтних роботах.

До таких засобів відносяться:

Паяльний пінцет (термопінцет) являє собою два малопотужних паяльника, розміщених на спільній поперечній вісі. Спеціально призначений для відпаювання дискретних компонентів поверхневого монтажу що мають два виводи (SMD-резистори, діоди, конденсатори, тощо). Дозволяє здійснювати швидкий та максимально акуратний демонтаж, створюючи при цьому мінімальний вплив на оточуючі ділянки друкованої плати. Існують чисельні варіації паяльних пінцетів, в тому числі моделі, що мають кінцівки спеціальної форми. Це дає змогу демонтувати за їх допомогою деякі багатовивідні компоненти з поверхневим монтажем, в тому числі мікросхеми.

Помповий паяльник має трубчасте жало і, зазвичай, виконується у формі пістолета. За командою оператора, через жало паяльника втягується потік повітря, завдяки вбудованому в основний блок станції компресору. В пістолеті розміщено резервуар для утримання припою, який потрібно періодично очищувати.

Такий засіб є найкращим інструментом для демонтажу мікросхем в DIP корпусах та дискретних наскрізних компонентів. Спочатку трубчасте жало одягається на припаяний вивід деталі і розтоплює припій, після цього, потік повітря всмоктує рідкий припій в резервуар і охолоджує зону пайки. Видалення припою здійснюється по чергово на кожному окремому виводі деталі, забезпечуючи максимально повне очищення її металевих контактів і отворів, в які вона встановлена. [7]

В результаті, електронний компонент може бути вільно вилучений з друкованої плати не пошкоджуючи струмопровідних доріжок, контактних майданчиків та металізованих отворів. Крім того, такий паяльник дозволяє легко знімати надлишковий припій з довільних ділянок паяння, що дозволяє застосовувати його у широкому колі робіт: для демонтажу роз'ємів і провідників, для очищення контактів, тощо. Даний пристрій є дуже специфічним і, як правило, входить до складу тільки окремих демонтажних паяльних станцій. Деякі помпові паяльники спеціально призначені для відокремлення компонентів з поверхневим монтажем. Для них передбачено можливість встановлення різних насадок, відповідно до розмірів мікросхем.

Режим всмоктування повітря використовується для утримання мікросхеми та зняття її з плати.

Засоби групового (безконтактного) нагрівання використовуються для демонтажу багатовивідних компонентів, як правило мікросхем, зібраних за технологією поверхневого монтажу. До таких засобів відносяться термоповітряні та інфрачервоні нагрівачі.

1.2 Науково-дослідна частина

Головне достоїнство паяльної станції перед класичним паяльником полягає в блоці електронного регулювання. Даний блок дозволяє плавно і точно змінювати значення встановленої температури, захищає підключені пристрої від перевантажень.

Поділ типів паяльних станцій можна зробити на дві групи:

- Контактні станції - виконані із застосуванням електронного блоку складається з терморегулятора, який управляє звичайним паяльником.
- Безконтактні станції - представлені вигляді термофенов здійснюють нагрів радіодеталей за допомогою гарячого потоку повітря. На даний момент більшу конкуренцію в даній групі становлять пристрою з інфрачервоним нагріванням, випромінювання якого призводить до розігріву припою і самих елементів.

За типом управління паяльні станції також підрозділяються на групи:

- Цифрові станції виконані із застосуванням мікроконтролерів, в яких на рівні програмного коду реалізовано управління пропорційно-інтегрально-диференціюючого регулятора відповідає за формування сигналу необхідного для перехідного процесу і автоматичного процес стабілізації температури. ПД-регулятор відповідає за формування керуючого імпульсу, який є сумою з трьох доданків. перше пропорційно різниці між вхідним сигналом і сигналом, що отримуються за зворотного зв'язку.

Друге значення є інтегралом, отриманим з сигналу неузгодженості.

Третє значення, представлене у вигляді похідної сигналу неузгодженості.

Процес роботи, описаний вище, полягає в зміні потужності

підводиться до нагрівача. Якщо температура паяльного жала стала нижче

встановленої температури, то потрібна потужність нагріву невелика, при цьому нагрів триватиме, поки не досягне заданої температури. При пайці деталей жало остигає, і різниця між заданою і поточною температурою стає більше. Для досягнення встановленої температури застосовується ПІД-регулятор, пропорційно збільшує потужність нагрівання. Цифровий спосіб підтримки температури більш точний, ніж аналоговий.

- В станціях з аналоговим управлінням регулювання температури відбувається постійними перемиканнями нагрівального елемента. Як тільки температура, обчислена з термопари наблизилася до значення встановленої на блоці - нагрівач відключається, а при зниженні температури, процес нагрівання починається по новому. Даний спосіб управління часто призводить до перегріву жала паяльника, внаслідок нелінійного нагрівання і точності підтримки виставленої температури.

Порівняння характеристик паяльних станцій

Умовний розподіл можна зробити за кількістю підтримуваних пристроїв на:

- Одноканальні станції - розраховані під одне підключення у вигляді паяльника або фена.

- Двоканальні станції - складаються з паяльника і фена або двох паяльників з незалежним управлінням кожного з каналів і різними робочими температурами. Якість і зручність виконуваних робіт пов'язаних з паянням в першу чергу залежать від параметрів робочих інструментів представлених у вигляді паяльника і фена: типу нагрівальних елементів, їх потужності, швидкістю розігріву, діапазоном настройки робочої температури і точністю її підтримки на заданому рівні. Важливим критерієм при покупці даного пристрою є розміри станції, тип корпусу, а так само вага.

Паяльники для паяльних станцій відрізняються робочою напругою, потужністю, і типом нагрівального елемента:

- Керамічний нагрівальний елемент має більшу потужність, тривалим терміном служби і меншим часом нагріву в порівнянні з ніхромовим нагрівачем.

Керамічні нагрівачі зазвичай застосовують в пристроях з високою інтенсивністю.

Недоліком даного нагрівального елемента є вартість по відношенню до ніхромовим нагрівачів і підвищена крихкість виробу. До переваг можна віднести невелику кількість фірм займаються виробництвом даних нагрівачів, що гарантує високу якість виробу з точними показниками температури термодатчика розташованого на самому кінчику нагрівального елемента.

- Ніхромовий нагрівальний елемент має один незаперечною перевагою - ціною і цілу низку недоліків.

Недоліком такого нагрівача є повільна швидкість розігріву, висока ймовірність обриву спіралі при інтенсивній роботі на граничних температурах. Термопара, використана як датчик температури, зменшує точність знімаються даних про нагріванні і зменшує точність настройки паяльника. Термоповітряні паяльники або термофен також можна розділити на два види:

- Турбінні, в яких повітря нагнітає вентилятор. Моторчик володіючи малими розмірами і невисокою продуктивністю монтується прямо в рукоятку фена, що призводить до вібрацій термофена, шуму і слабкого потоку повітря.

- Компресорні говорять самі за себе своєю назвою. У них за потік повітря відповідає компресор, що знаходиться в корпусі паяльної станції. Завдяки великій продуктивності, прокачується більший обсяг повітря, завдяки чому потік на виході термофена більш рівномірний.

Порівняння функціональних особливостей паяльних станцій

Паяльні станції з можливістю підключення одного паяльника не вважаються професійними, а є бюджетною версією для побутового використання. Найчастіше такі пристрої оснащені аналоговим керуванням, що зменшує вартість і забезпечує невисоку точністю підтримки температури підходящої для пайки проводів і радіоелементів на схемі не вимогливих до температурних режимів при їх установці. дане рішення задовольняє всім потребам домашнього використання і підходить для початківців майстрів.

Найбільшого поширення в останні роки отримали пристрої, розраховані на

підключення двох пристроїв, один паяльник і фен або два паяльника. Така комбінація двоканальної станції є оптимальною і відповідає більшості потреб повсякденного використання в майстерень.

Зустрічаються двоканальні станції з додатковими функціями, представленими у вигляді:

- лабораторного блоку живлення до 15В
- вольтметром постійної напруги до 100V 100%

Паяльна станція - це прилад, що має дві основні області роботи: область нижнього підігріву та область нагріву ЧПА зверху.

Область нижнього підігріву - це область достатня за розмірами для прогріву всієї поверхні плати. Такий попередній нагрів необхідний, щоб уникнути великої різниці в температурах на платі і як наслідок уникнути її деформації. Нижній підігрів повинен рівномірно і швидко довести температуру плати до такого рівня, щоб фізично не постраждали елементи на платі, але при цьому температура була якомога вище.

До критеріїв влаштування нижнього підігріву на розглянутих станціях можна віднести наступні особливості нижнього нагрівального елемента:

Нижній підігрів будемо оцінювати за критерієм:

- розмір робочої області нагрівального елемента.

Завдання області нагріву чіпа - це нагрівання верхньої частини корпусу ЧПА. Складність полягає в тому, що, коли робота по монтажу / демонтажу проводиться при високих температурах: (200 - 370 ° C) необхідно стежити саме за температурою корпусу ЧПА, що не допускаючи його перегріву, і при цьому потрібно підібрати таку температур при якій плавиться припой під

чіпом. Перегрів ЧПА спричинить його вихід і ладу, а якщо температура виявиться недостатньою за величиною, то припій під ним не розплавиться і тим самим не дозволить зняти ЧП з плати. нагрівання необхідно виробляти локально, перегрів інших електронних компонентів на платі неприпустимий.

До критеріїв оцінки області нагріву ЧПА можна віднести:

- тип нагрівального елемента;
- розмір робочої області нагрівального елемента;
- інерція прогріву нагрівального елемента.

Контроль температури здійснюється різними технічними способами, але виділимо загальні критерії оцінки:

- точність датчиків;
- зручність роботи з датчиками.

Простота роботи з приладом так само важлива, навіть в тому випадку, коли майстер має досить високу кваліфікацію, так як завжди присутній людський фактор. Майстри відвернули, ЧПП перегрівся і вийшов з ладу. Це не припустимо, тому що при роботі в діапазоні високих температур може вийти з ладу не тільки ЧПП, але і плата, що призведе до незворотних наслідків.

До критеріїв оцінки за показником простоти і зручності роботи на станціях віднесемо:

- складність початкового налаштування станції;
- необхідність постійного коригування налаштувань;
- зручність користування інтерфейсом програми і зручність роботи з приладом в цілому;
- тимчасової контроль приладу за нагрівальними впливами.

Такий прилад як паяльна станція в себе включає безліч компонентів і вихід з ладу будь-якого з них не повинен створювати проблем для майстри, що працює на станції.

Критеріями ремонтпридатності станції є:

- можливість швидкого пошуку пошкодженого компонента станції;
- вартість компонента станції;
- швидкість заміни несправного компонента.

Використання станції передбачає її розміщення в приміщенні з одного боку

і забезпечення ергономічних якостей - з іншого.

Отже, розмір і призначені для користувача характеристики станції, що розглядаються як показники якості, також є важливими при техніко-економічному оцінюванні тієї чи іншої моделі станції.

У сучасній майстерні для здійснення повного ремонту апаратури необхідно мати велика кількість приладів, приладдя та різного інструменту, кожен з яких займає місце, а в умовах великого міста економічно недоцільно, а іноді і неможливо мати величезні робочі площі. Переважно проводити ремонт в місці з компактним розміщенням апаратури обумовлюється так само виходячи з вимог забезпечення якості виконання робіт.

Огляд цін паяльних станцій

Розкид цін на ринку паяльних станцій дуже великий і залежить від виробника, магазину та регіону. Розглянемо тільки двоканальні паяльні станції напівпрофесійного класу таких марок як: Weller, Ersa, Hakko, Quick, Lukey. Якщо розглядати найбільші і зарекомендували себе магазини, отримуємо вартість:

1. Weller WX2020

У комплект поставки входить:

Двоканальний блок WX 2 1шт

Паяльник WXP 120- 2 шт

Жало ХТ В- 2шт.

Підставка WDH 10- 2шт

Ціна зараз: від 17 500 до 24 000 грн

2. Ersa I-CON2 У комплект поставки входить:

Блок управління Ersa IC 2000A- 1 шт

Паяльник 100CDJ i-tool- 2 шт

Підставка для паяльника- 1 шт

Ціна зараз: від 12 800 до 14 000 грн

3. Hakko 928 ESD

У комплект поставки входить:

Блок управління Накко 928 ESD- 1 шт.

Паяльник Накко 900-А ESD- 1 шт.

Паяльник Накко 900-В ESD- 1 шт.

Підставка для паяльника Накко 631- 1 шт.

Ціна зараз: від 9 200 до 11 000 грн

4.Quick 704

В комплект поставки входить:

Термоповітряний станція Quick 704- 1 шт

Паяльник- 1 шт

Термофен- 1 шт

Насадки для фена- 4 шт

Підставка для паяльника- 1 шт

Ціна зараз: від 7 000 до 8 500 грн

5.Lukey 852D + В комплект поставки входить:

Термоповітряний станція Lukey 852D- 1 шт

Паяльник- 1 шт

Підставка для паяльника- 1 шт

Термофен- 1 шт

Насадки для фена- 4 шт.

Ціна зараз: від 3 000 до 4 000 грн

Провівши аналіз ринку паяльних станцій і їх вартості можна зробити висновок, що за 3 000 грн ми набуємо пристрій зі стандартною комплектацією (для даного ринку обладнання) і відносно хорошим якістю застосовуваних матеріалів і компонентів. Дана паяльна станція відноситься до аналогових з цифровим блоком індикації, що задовольняє всім потребам фахівця, що займається ремонтом електронної техніки, і може бути застосована в ремонтній майстерні.

1.3 Розроблення електронної системи чи пристрою з використанням отриманих результатів дослідження

1.3.1 Обґрунтування алгоритму функціонування пристрою

Пристрій складається з джерела живлення, блока контролю температури та блока індикації.

Принципова схема блоку живлення складається з трьох частин: трансформатора, випрямляча і стабілізатора.

Трансформатор Т1 знижує змінну мережеву напругу (220-250 вольт), яке надходить на первинну обмотку трансформатора (I), до напруги 12-20 вольт, яке знімається з вторинної обмотки трансформатора (II). Також, за «сумісництвом», трансформатор служить гальванічною розв'язкою між електромережею і живиться пристроєм. Це дуже важлива функція. Якщо раптом трансформатор вийде з ладу з якої-небудь причини (стрибок напруги та ін.), То напруга мережі не зможе потрапити на вторинну обмотку і, отже, на живиться пристрій. Як відомо, первинна та вторинна обмотки трансформатора надійно ізольовані один від одного. Ця обставина знижує ризик ураження електричним струмом.

Випрямляч. З вторинної обмотки силового трансформатора Т1 знижений змінну напругу 12-20 вольт надходить на випрямляч. Це вже класика. Випрямляч складається з діодного моста VD1, який випрямляє змінну напругу з вторинної обмотки трансформатора (II). Для згладжування пульсацій напруги після випрямного моста стоїть електролітичний конденсатор. [4]

Блок контролю температури працює таким чином. У початковий момент після включення термостабілізатора в мережу, симістор ввімкнувся, з вторинної обмотки подано змінну напругу 24 В, ЕРС термопари збільшується. Коли ЕРС термопари стане такою, що напруга на виході першого операційного підсилювача перевищить напругу, встановлене регулятором температури R14 на неінвертуючому вході компаратора другого операційного підсилювача він переключиться. При цьому негативна напруга з виходу компаратора закрийє транзистор VT1 і генерація імпульсів, що підтримує симістор відкритим, припиниться - паяльник вимкнеться. Остигання жала паяльника і термопари викличе зменшення напруги на інвертуючому вході компаратора. Як тільки воно стане менше встановленого, паяльник знову ввімкнеться. У результаті температура жала коливатиметься у вузьких межах поблизу рівня встановленого

резистором R14.

1.3.2 Обґрунтування структурної схеми пристрою

Структурна схема — схема, яка визначає основні функціональні частини виробу, їх взаємозв'язки та призначення. Під функціональною частиною розуміють складову частину схеми: елемент, пристрій, функціональну групу, функціональну ланку.

Структурна схема призначена для відображення загальної структури пристрою, тобто його основних блоків, вузлів, частин та головних зв'язків між ними. Із структурної схеми повинно бути зрозуміло, навіщо потрібний даний пристрій і як він працює в основних режимах роботи, як взаємодіють його частини. Позначення елементів структурної схеми можуть обиратись довільно, хоча загальноприйнятих правил виконання схем слід дотримуватись.

На структурних електричних схемах (ГОСТ 2.702-75[4]) у вигляді прямокутників або умовних графічних позначок зображають всі основні частини виробу (елементи, пристрої, функціональні групи) і показують взаємозв'язок між ними. При цьому графічна побудова схеми має давати наочне уявлення про послідовність взаємодії функціональних частин виробу, яка простежується за допомогою стрілок, що наносяться на лініях взаємозв'язку. [3]

У разі виконання функціональних частин у вигляді прямокутників найменування функціональної частини, тип елемента і позначення документа записують всередині них. При великій кількості функціональних частин допускається замість найменування, типів і позначень проставляти порядкові номери справа від зображення або над ним, як правило, зверху вниз в напрямку зліва направо. В цьому випадку найменування, типи і позначення записують у вигляді таблиці, розміщеної на полі схеми.

Мережевий фільтр - електронний фільтр в колі живлення від електромережі. Він розміщений в корпусі пристрою у вигляді варисторного фільтра для придушення викидів мережевої напруги і LC-фільтра (індуктивно-ємнісний) для придушення високочастотних завад.

Блок живлення — вторинне джерело живлення, призначене для забезпечення живлення електроприладу електричною енергією, при відповідності вимогам її параметрів: напруги, струму, і т. д. шляхом перетворення енергії інших

джерел живлення. [2]

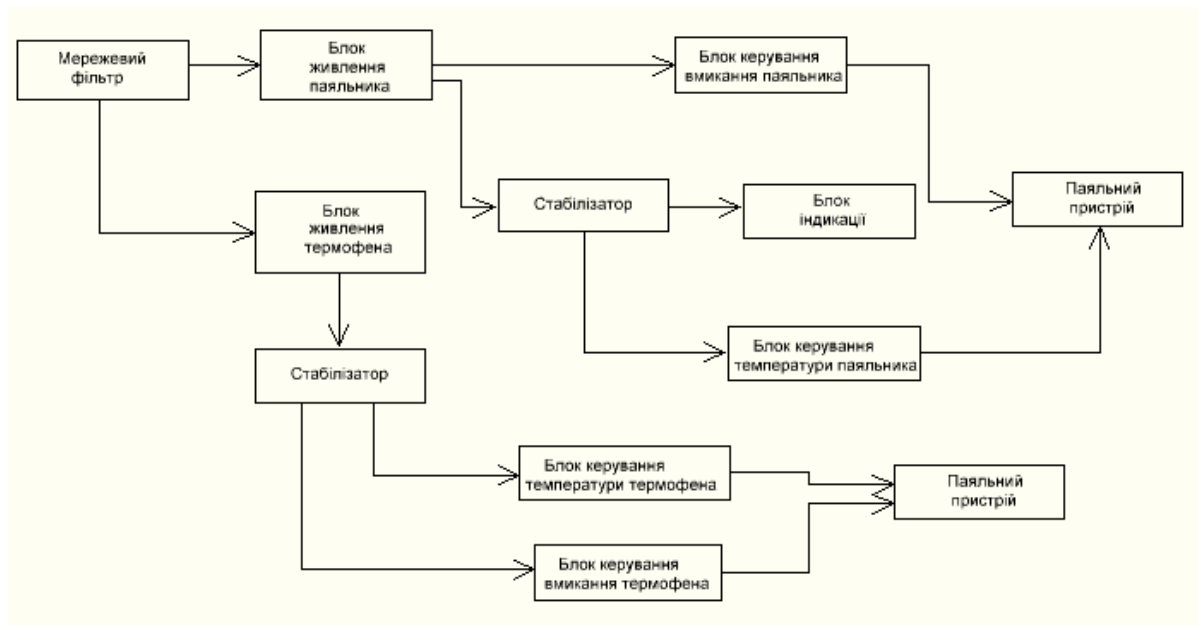


Рисунок 1.3- Структурна схема паяльної станції

Завдання вторинного джерела живлення:

- Забезпечення передачі потужності - передача заданої потужності з найменшими втратами і дотриманням заданих характеристик на виході без шкоди для себе. Зазвичай потужність джерела живлення беруть з деяким запасом.
- Перетворення форми напруги - перетворення змінної напруги в постійну, і навпаки, а також перетворення частоти, формування імпульсів напруги і т. д. Найчастіше необхідно перетворення змінної напруги промислової частоти в постійну.
- Перетворення величини напруги - як підвищення, так і зниження. Нерідко необхідно мати набір з декількох напруг різної величини для живлення різних кіл.
- Стабілізація - напруга, струм та інші параметри на виході джерела живлення повинні лежати в певних межах, в залежності від його призначення при впливі великої кількості дестабілізуючих факторів: зміни напруги на вході, струму навантаження і т. д. Найчастіше необхідна стабілізація напруги на навантаженні, однак іноді (наприклад, для зарядки акумуляторів) необхідна стабілізація струму.

- Захист - напруга, або струм навантаження у разі несправності (наприклад, короткого замикання) будь-яких кіл може перевищити допустимі межі і вивести електроприлад, або саме джерело живлення з ладу. Також у багатьох випадках вимагається захист від проходження струму по небажаному шляху: наприклад проходження струму через землю при дотику людини або стороннього предмета до струмоведучих частин.

- Гальванічна розв'язка кіл - один із заходів захисту від протікання струму по небажаному шляху.

- Регулювання - в процесі експлуатації може знадобитися зміна якихось параметрів для забезпечення правильної роботи електроприладу.

- Керування - може включати регулювання, включення / відключення яких-небудь кіл, або джерела живлення в цілому. Може бути як безпосереднім (за допомогою органів управління на корпусі пристрою), так і дистанційним, а також програмним (забезпечення включення / вимикання, регулювання в заданий час або з настанням якихось подій).

- Контроль - відображення параметрів на вході і на виході джерела живлення, включення / вимикання кіл, спрацьовування захистів. Також може бути безпосереднім або дистанційним.

Стабілізатор напруги — перетворювач електричної енергії, що дозволяє отримати на виході напругу, яка знаходиться в заданих межах, при значних коливаннях вхідної напруги і опору навантаження. [8]

Це пристрої для автоматичної підтримки постійності значення електричної напруги на входах приймачів електричної енергії (стабілізатор напруги) або сили струму в їх колах (стабілізатор струму) незалежно від коливань напруги в мережі живлення і величини навантаження. Стабілізатор забезпечує навантаження стабілізованою напругою тільки в тому випадку, якщо відхилення в мережі знаходяться в певних межах (робочих). Якщо відхилення вийдуть за ці межі (значні перевищення напруги, так само як його короточасні глибокі провали або повна відсутність), стабілізатор відключить живляться електроприлади і вони знеструмлять.

Діапазон вхідної напруги. Поряд з точністю стабілізації, є найважливішою його характеристикою. Цей діапазон складається з двох категорій:

- робочий - коли вхідна напруга знаходиться в межах, при яких на виході забезпечується заявлена величина стабілізації, наприклад $220 \pm 5\%$;

- граничний - коли стабілізатор зберігає працездатність, але напруга на виході відрізняється від заявленої величини в більшу або меншу сторони до 15-18%). При нарузі на вході, що виходить за рамки граничного, стабілізатор відключає електроприлади, сам залишаючись підключеним до мережі для контролю з можливістю підключення електроприладів знову в роботу при поверненні мережі живлення в робочий (граничний) діапазон напруг.

Захист від перевантаження і короткого замикання на виході. У разі перевантаження стабілізатора, коли зі стабілізатора напруги починає зніматися потужність на 5-50% перевищує номінальну протягом тривалого періоду часу (від 0,1 сек. До 1хв. Або трохи більше), спрацьовує система захисту (час спрацьовування захисту залежить від величини навантаження), яка відключить стабілізатор і тим самим запобігти його вихід з ладу. У разі короткого замикання в ланцюзі підключених до нього електроприладів, він відключиться. Після чого обов'язково необхідно виявити і усунути причину короткого замикання і тільки потім включити його.

Блок керування вмикання пальника- виконаний на симісторі і оптопарі.

Після підключення пристрою до мережі на один з електродів симістора подається змінна напруга. На електрод, який є керуючим з діодного моста подається негативне керуючу напругу. При перевищенні порога включення симістор відкривається і ток піде в навантаження. У той момент, коли напруга на вході симістора поміняє полярність він закриється. Потім процес повторюється.

Чим більше рівень напруги, що управляє тим швидше включиться симістор і тривалість імпульсу на навантаженні буде більше. При зменшенні напруги, що управляє тривалість імпульсів на навантаженні буде менше. Після симістора напруга має пилкоподібну форму з регульованою тривалістю імпульсу.

Блок керування температури паяльника – виконаний на мікросхемі LM358 і допоміжних елементів. LM358 - підсилювач постійного струму з диференціальним входом і, як правило, єдиним виходом, який має високий коефіцієнт посилення. ОУ майже завжди використовуються в схемах з глибоким негативним зворотним зв'язком, яка, завдяки високому коефіцієнту посилення ОУ, повністю визначає коефіцієнт посилення / передачі отриманої схеми.

В даний час ОУ набули широкого застосування, як у вигляді окремих чіпів, так і у вигляді функціональних блоків в складі більш складних інтегральних схем. Така популярність обумовлена тим, що ОУ є універсальним блоком з

характеристиками, близькими до ідеальних, на основі якого можна побудувати безліч різних електронних вузлів.

Блок індикації – призначений для виводу температури паяльника.

Блок індикації виконаний на мікросхемі ICL7107 та допоміжних елементів обв'язки. [9]

1.3.3 Розроблення схеми електричної функціональної пристрою

Функціональна схема паяльної станції зображена на Рисунку 1.4

Схеми автоматизації розробляють загалом на технологічну (інженерну) систему або її складову частину - технологічну лінію, блок обладнання, установку або агрегат.

Схему автоматизації допускається суміщати зі схемою з'єднань (монтажною), що виконується у складі основного комплекту, або зі схемами інженерних систем.

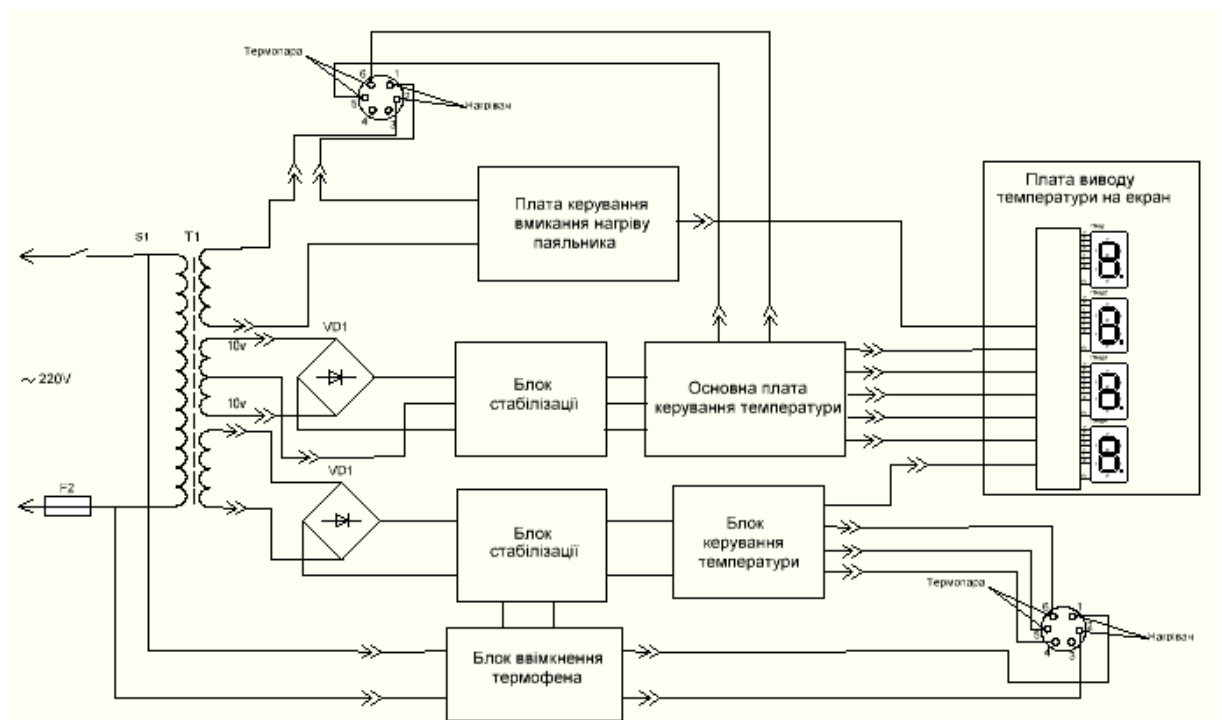


Рисунок 1.4- Функціональна схема паяльної станції

На схемі автоматизації зображають:

1) технологічне і інженерне обладнання і комунікації (трубопроводи, газоходи, повітропроводи) об'єкту, що автоматизується (далі - технологічне обладнання);

2) технічні засоби автоматизації або контури контролю, регулювання і управління (сукупність окремих функціонально зв'язаних приладів, що виконують певне завдання по контролю, регулюванню, сигналізації, управлінню і т.п.) ;

3) лінії зв'язку між окремими технічними засобами автоматизації або контурами (при необхідності).

Структурні схеми системи автоматизації виконуються по вузлах і включають всі елементи системи від датчика до регулюючого органа з вказуванням місця розташування та їх взаємозв'язку між собою.

Схеми автоматизації визначають:

- функціонально-блокову структуру окремих вузлів автоматичного контролю, сигналізації, керування й автоматичного регулювання;
- оснащення об'єкта керування приладами і засобами автоматизації, у тому числі засоби обчислювальної техніки (ЗОТ).

При розробці схем вирішують наступні задачі:

- одержання інформації про стан технологічного устаткування;
- безпосередній вплив на технологічний процес для керування ним;
- стабілізація технологічних параметрів;
- контроль і реєстрація технологічних параметрів процесу і стану устаткування.

Ці функціональні задачі вирішуються на базі технічних засобів автоматизації (ТЗА), включаючи ЗОТ.

Результатом розробки схем автоматизації є:

- вибір методів виміру технологічних параметрів;
- вибір основних технічних засобів автоматизації;
- визначення приводів виконавчих механізмів регулюючих і запірних органів, керованих автоматично чи дистанційно;
- розміщення ТЗА на щитах і пультах, технологічному устаткуванні і трубопроводах. [10]

Умови розробки функціональних схем (схем автоматизації).

1. Повинна зберігатися можливість нарощування функцій керування (принцип відкритості системи).

2. Система повинна будуватися на базі ТЗА державної системи промислових

приладів і засобів автоматизації (ДСП).

3. Система повинна будуватися на базі уніфікованих комплексів, що дає значні переваги при монтажі, налагодженні, експлуатації і ремонті.

4. ТЗА вибирають, виходячи з наступних умов:

- виробництва (пожежо- і вибухонебезпечність, запиленість, агресивність і токсичність середовища);

- параметрів вимірюваного середовища;

- відстаней, що допускаються від давачів і виконавчих механізмів до регулюючих пристроїв;

- вимог до точності і швидкодії роботи системи.

1.3.4 Розроблення схеми електричної принципової

Схема електрична принципова зображена на Рисунку 1.5

Схема електрична принципова – графічне зображення, за допомогою умовних графічних і буквено-цифрових позначень, зв'язків між елементами електричного пристрою. Схема електрична принципова, на відмінну від розводки друкованої плати, не показує взаємного (фізичного) розміщення елементів, а лише вказує на те, які елементи з якими з'єднуються. Зазвичай, при розробці радіоелектронного пристрою, процес створення схеми електричної принципової є проміжною ланкою між стадіями розробки функціональної схеми і проектуванням друкованої плати.

Принципова електрична схема є своєрідною «картою» всіх електричних з'єднань електрообладнання. Використання принципової електричної схеми не тільки дає повне уявлення про проект, але і дозволяє на її основі створювати схеми окремих з'єднань, здійснювати розробку конкретних вузлів підключення. По цій же електросхемі проводиться перевірку правильності монтажу електрообладнання

Принципові електричні схеми призначені для повного відображення взаємозв'язків пристроїв з урахуванням принципів їх дії і послідовності роботи. На принципових електросхемах за допомогою умовних позначень зображенні пристрої і лінії зв'язків між окремими елементами, блоками і модулями.

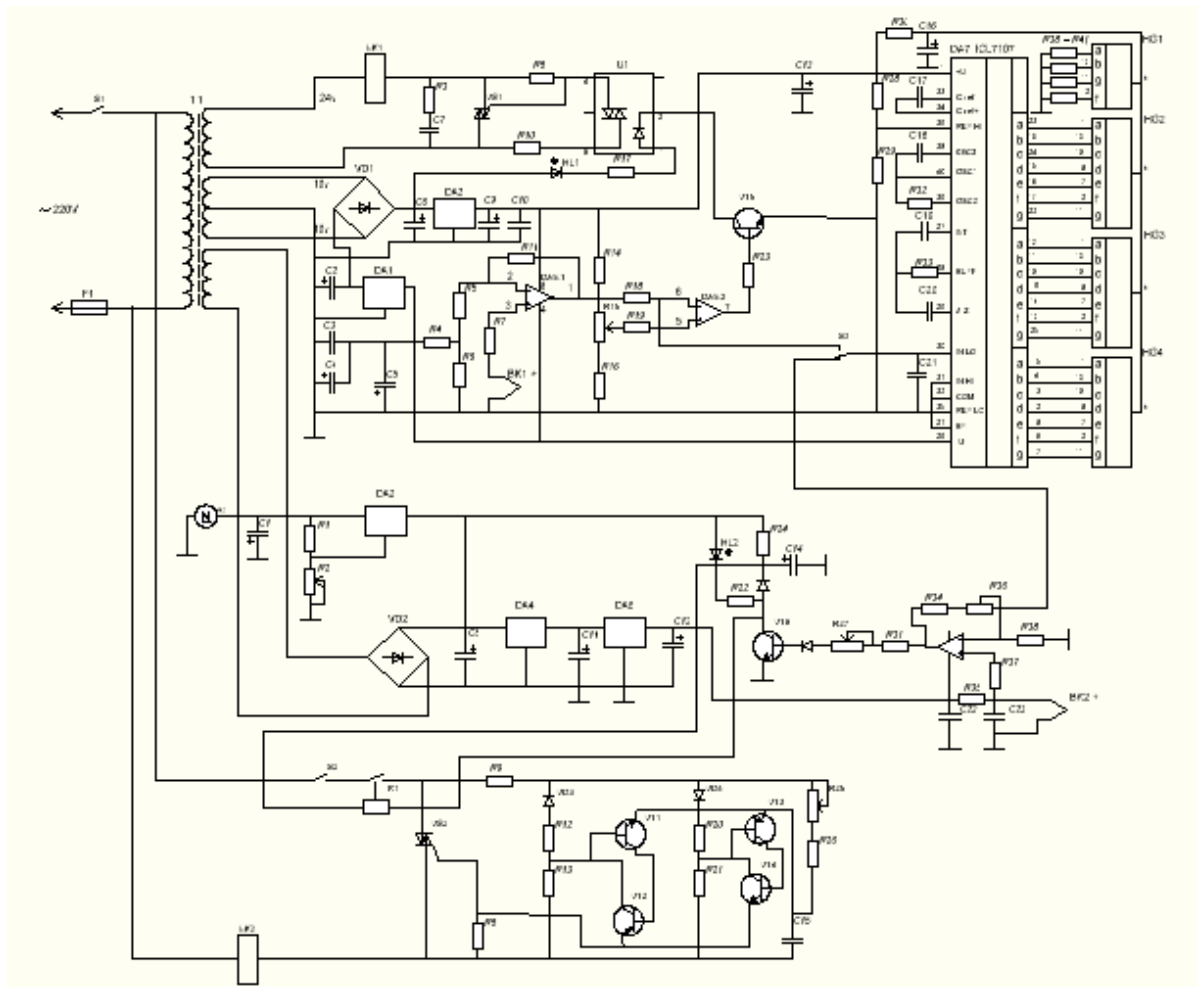


Рисунок 1.5- Схема електрична принципова

На схемі міститься наступна інформація: умовне зображення принципу дії функціональних вузлів, пояснювальні написи, частини окремих елементів, діаграми переключення контактів, а також перелік використовуваних в даній схемі пристроїв.

Принципові електросхеми розділяються на два типи. Перший тип (повна принципова схема) служить для відображення силових мереж. В залежності від призначення креслення, на схемі можуть знаходитися окремо кола живильної і розподільчої мереж, так і їх суміщені зображення. На основі повної принципової схеми створюються «локальні» принципові електричні схеми – другий тип, що включає в себе зображення окремих об'єктів, наприклад, принципова схема блоку управління. Відповідно, на ній будуть розміщені дані по конкретній області виробу. [7]

Принципові електричні схеми використовуються професіоналами при монтажі електроустаткування. Однак, складання «локальних» електричних схем

буде доброю допомогою і початківцям. Спочатку на схемі визначається система електроживлення, обмоток, реле, електромагнітів, регуляторів. Для кожного джерела живлення визначається вид струму, напруга, фази в колах змінного струму і полярність – постійного. Ознайомлення з системою електроживлення допомагає визначити порядок роботи.

При складанні принципів електричних схем слід враховувати наступні фактори:

- всі елементи електричного пристрою показуються окремо і розміщуються в різних місцях схеми в залежності від порядку виконуваних дій;
- на електросхемі показуються всі електричні зв'язки елементів, що входять в неї;
- релейно-контактні схеми складають з урахуванням мінімального навантаження контактів реле;
- при створенні схеми слід використовувати мінімально можливу кількість елементів, тим самим підвищуючи надійність обладнання;
- слід використовувати засоби електричного захисту і блокування, які допоможуть уникнути аварійних ситуацій;
- в складних схемах доцільно використовувати сигнальні системи;

Всі елементи на схемі повинні бути визначені однозначно. Для цього дані про елементи записують в таблицю, яку заповнюють зверху вниз і роз-міщують на першому аркуші, або виконують у вигляді самостійного документа на форматі А4. Кожний елемент схеми повинен мати позиційне позначення, яке включає в себе позначення літерою та порядковий номер.

Наприклад, позначення літерою: резистор – R, конденсатор – С, котушка індуктивності – L, амперметр – А, вольтметр – V, генератор – Г, діод напівпровідниковий – Д, дросель – Др, кнопка – Кн, прилад електронний – Л, двигун – М, запобіжник – Пр, реле – Р, тріод напівпровідниковий – Т, трансформатор – Тр і т.д.

Позиційне позначення виконують поряд з умовним знаком праворуч від нього або над ним. Порядкові номери призначаються відповідно до послідовності розташування елементів зверху вниз і зліва направо. Елементи записують в таблицю в порядку розташування їх в додатку до ГОСТ 2.702-75. У межах кожної групи елементи розташовують в порядку збільшення їх позиційних номерів. Елементи одного типу з однаковими електричними параметрами, які мають на

схемі послідовні порядкові номери, допускається записувати у графі «Поз.» в один рядок, за типом, наприклад, С1...Сп.

1.3.5 Розроблення друкованої плати

Сутність друкованого монтажу полягає в нанесенні на ізоляційне підставу тонких електропровідних покриттів, що виконують функції монтажних проводів і елементів схеми - резисторів, конденсаторів, котушок індуктивності, контактних деталей. Друкована плата зображена на Рисунку 1.6

Нижче наведені основні терміни, які будуть використані при викладі матеріалу.

Друкований провідник - ділянка струмопровідного покриття, нанесеного на ізоляційне підставу, що виконує функції звичайного монтажного проводу.

Друкований монтаж - система друкованих провідників, що забезпечують електричне з'єднання елементів схеми.

Друкована плата - ізоляційне підставу з нанесеним на ньому друкованим монтажем.

Навісні елементи - об'ємні електро-і радіоелементи, встановлені і закріплені на друкованій платі способом паяння і мають електричний контакт з друкованими провідниками.

Контактна майданчик - металізований ділянку навколо монтажного отвору, що має електричний контакт з друкованим провідником і забезпечує електричне з'єднання навісних елементів схеми з друкованим монтажем.

Монтажне отвір - отвір у друкованій платі, призначене для закріплення висновків навісних елементів і електричного з'єднання їх з друкованими провідниками.

Координатна сітка - сітка, що наноситься на зображення плати та служить для визначення положення монтажних отворів, друкованих провідників та інших елементів плати.

Крок координатної сітки - відстань між сусідніми лініями координатної сітки. Крок координатної сітки повинен бути кратним 0,625 мм (0,625; 1,25; 1,875; 2,5 і т. д.). Вузол координатної сітки - точка перетину ліній координатної сітки.

Вільні місця - ділянки друкованої плати, де при розміщенні провідників можуть бути витримані рекомендовані значення ширини провідників і відстані

між провідниками і контактними майданчиками.

Вузькі місця - ділянки друкованої плати, де при розміщенні провідників, ширина провідників, відстані між ними та контактними майданчиками виконуються менше рекомендованих (аж до мінімально допустимих).

Друкований блок - друкована плата з друкованої схемою, навісними елементами та іншими деталями, що пройшла всі стадії виготовлення.

Центри всіх отворів на друкованій платі повинні розташовуватися у вузлах координатної сітки. Якщо через конструктивні особливості навісного елемента цього зробити не можна, то центри отворів розташовують згідно з вказівками креслення на цей елемент. Таке розташування центрів отворів використовують для лампових панелей, малогабаритних реле, роз'ємів та інших елементів. При цьому повинні дотримуватися такі вимоги: центр одного з отворів, прийнятого за основне, повинен бути розташований у вузлі координатної сітки; центри інших отворів потрібно по можливості розташовувати на вертикальних або горизонтальних лініях координатної сітки.

Діаметри монтажних і перехідних металізованих і неметалізовані отворів вибирають з ряду (0,2); 0,4; (0,5); 0,6; (0,7); 0,8; (0,9), 1,0; (1,2); 1,3, 1,5, 1,8; 2,0; 2,2; (2,4); (2,6), (2, 8); (3,0). Діаметри, що не взяті в дужки, є кращими. Не рекомендовано на одній друкованій платі мати більше трьох різних діаметрів отворів.

При прокладанні друкованих провідників слід по можливості уникати відгалужень провідників. Кінці друкованих провідників, призначені для підключення друкованої схеми, рекомендується розташовувати з урахуванням зручності застосування перехідних елементів. Межі ділянок друкованої плати, які не допускається займати провідниками, обмежують штрихпунктирною потовщеною лінією.

Габаритні розміри друкованої плати, діаметри і координати отворів, контактних майданчиків і їх відносне розташування показують на кресленні одним із таких способів:

- а) відповідно до вимог ГОСТ 2 307-68 за допомогою розмірних і виносних ліній;
- б) нанесенням координатної сітки;
- в) комбінованим способом за допомогою розмірних і виносних ліній і координатної сітки;

г) за допомогою таблиці координат.

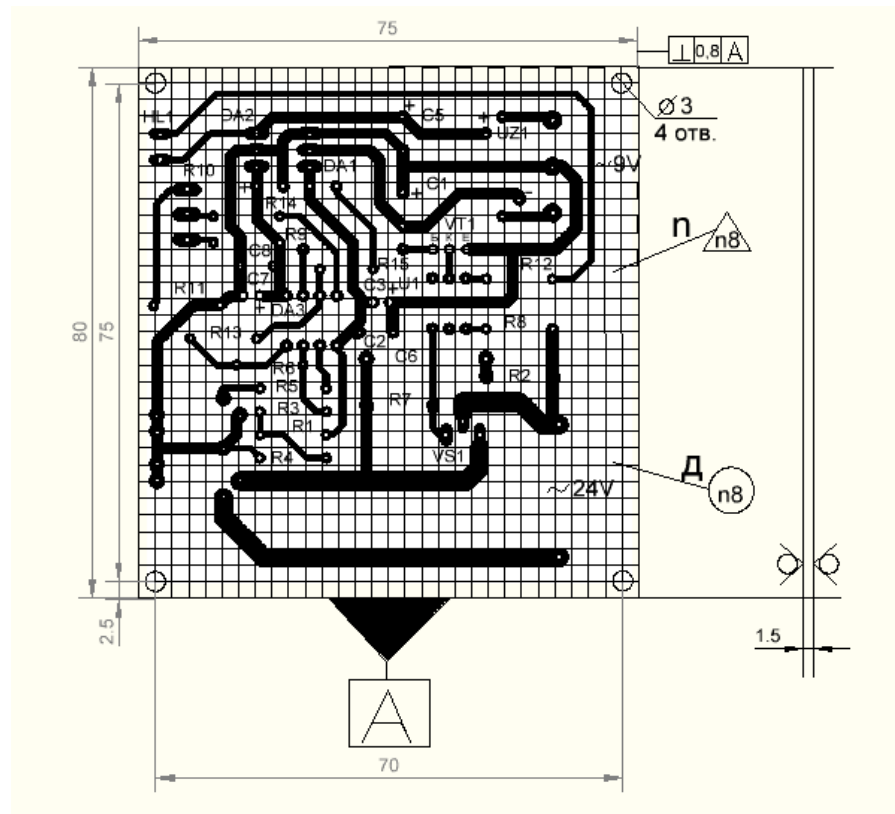


Рисунок 1.6 – Друкована плата

На рисунку 1.6 наведено приклад виконання креслення односторонньої друкованої плати. Розміри всіх елементів нанесені за допомогою розмірних і виносних ліній. При такому способі виконання креслення координатну сітку не завдають. За початок відліку в даному прикладі прийнятий центр лівого нижнього отвору плати. Контактні майданчики і отвори з зенковкою спрощено зображені однією окружністю.

При завданні розмірів нанесенням координатної сітки лінії сітки повинні нумеруватися. Крок нумерації визначають конструктивно з урахуванням насиченості і масштабу зображення. Координатну сітку залежно від способу виконання документації наносять на все поле плати або ризиками по периметру плати.

На зображенні плати допускається вказувати маркування (рис.3) відповідно до вимог ГОСТ 2.314-68. Маркування може бути основною і додатковою. Основне маркування включає умовне позначення плати, порядковий номер зміни креслення, дату виготовлення, порядковий або заводський номер плати і партії плат. Умовне позначення плати слід виконувати травленням фольги. В якості

умовного позначення приймають останні три цифри позначення креслення плати або буквено-цифрове позначення функціональної групи, наприклад ЛОГ 2.

1.3.6 Вибір елементної бази

Вибір елементної бази проводиться на основі схеми електричної принципової з урахуванням вимог викладених в технічному завданні. Експлуатаційна надійність елементної бази багато в чому визначається правильним вибором типу елементів при проектуванні і використанні в режимах, які не перевищують допустимі. Слід зазначити, що нижче розглядаються допустимі режими роботи та накладаються при цьому обмеження в залежності від факторів, що впливають лише з точки зору стійкої роботи самих елементів, не торкаючись схемотехніки і впливу параметрів описуваних елементів на інші елементи. [6]

Вплив Е.Д.С. шумів, коефіцієнтів нелінійності, паразитних ємності і індуктивності і ін., повинні враховуватися додатково виходячи з конкретних умов застосування.

Критерієм вибору електрорадіоелементів (ЕРЕ) в будь-якому радіоелектронному пристрої є відповідність технологічних і експлуатаційних характеристик ЕРЕ заданих умов роботи і експлуатації.

Основними параметрами при виборі ЕРЕ є:

а) технічні параметри:

- Номінальне значення параметрів ЕРЕ згідно принципової електричної схемою пристрою;
- Допустимі відхилення величин ЕРЕ від їх номінального значення;
- Допустима робоча напруга ЕРЕ;
- Допустимий розсіювання потужності ЕРЕ;
- Діапазон робочих частот ЕРЕ;
- Коефіцієнт електричного навантаження ЕРЕ.

б) експлуатаційні параметри:

- Діапазон робочих температур;
- відносна вологість повітря;
- Тиск навколишнього середовища;

- Вібраційні навантаження;
- Інші (спеціальні) показники.

Додатковими критеріями при виборі ЕРЕ є:

- Уніфікація ЕРЕ;
- Маса і габарити ЕРЕ;
- Найменша вартість;
- Надійність.

Вибір елементної бази по вищезазначеним критеріям дозволяє забезпечити надійну роботу виробу. Застосування принципів стандартизації і уніфікації при виборі ЕРЕ, а також конструювання виробу дозволяє отримати наступні переваги:

- Значно скоротити терміни і вартість проектування.
- Скоротити на підприємстві-виробнику номенклатуру застосовуваних деталей і складальних одиниць, збільшити застосовність і масштаб виробництва.
- Виключити розробку спеціальної оснастки і спеціального обладнання для кожного нового варіанту РЕЗ, тобто спростити підготовку виробництва.
- Створити спеціалізоване виробництво стандартних і уніфікованих складальних одиниць для централізованого забезпечення підприємств.
- Поліпшити експлуатаційну і виробничу технологічність.
- Знизити собівартість виробленого виробу.

З огляду на вищесказане, перейдемо до вибору елементної бази

Конденсатор К50-35

Конденсатор електролітичний алюмінієвий К50-35 з серії CD110 - призначений для використання в побутовій техніці.

Діелектриком електролітичних конденсаторів є тонкий шар оксиду металу, нанесений електролітичним способом на тонку стрічку з фольги - є однією обкладкою конденсатора. Інша обкладка конденсатора утворюється з просоченої електролітом паперової стрічки і дотичної з нею іншої, не окисленої стрічки з фольги. Електролітичні конденсатори вимагають певної полярності включення їх в схему. Зазвичай корпус конденсатора підключається до негативного полюса джерела. Основною перевагою електролітичних конденсаторів є їх велика ємність при невеликих габаритних розмірах.

Конденсатори електролітичні алюмінієві с радіальними висновками і для

поверхневого монтажу. Алюмінієві електролітичні конденсатори мають великий ємністю, в перерахунку на одиницю, низькою ціною і вседоступність. Ці конденсатори широко застосовуються в імпульсних блоках харчування в якості вихідних фільтрів з частотами до 150КГц. Робоча частота в DC-DC перетворювачів процесорів робить ці конденсатори невідповідними. Паразитний ESR (EPC) дуже високий в діапазоні частот від 150КГц і сильно залежить від температури, в порівнянні з конденсаторами інших типів. Час життя залежить від температури, а патьоки можуть пошкодити контакти в РСВ розташовані під конденсатором. [8]

Плівкові конденсатори K73-17 (CL21, X2) - фольгові металізовані конденсатори постійної ємності, накопичують заряд від 0,001 мкФ до 4,7 мкФ при напрузі від 63В до 630В. Допустиме відхилення ємності складає $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$. Призначені для експлуатації в ланцюгах постійного, змінного або ж пульсуючого струму. Конденсатори серії CL21 і X2 є аналогами представлених конденсаторів K73-17. Відрізняються представлені конденсатори неіндуктивний конструкцією з використанням поліестеру в якості діелектрика і його здатністю до самовідновлення при пробі. Конденсатор є окукленний безкорпусная прямокутник, залитий ізоляційної і термоактивній епоксидної оболонкою - компаундом. Гнучкі дротяні висновки односпрямовані і знаходяться в протилежних сторонах нижній частині прямокутника. Кріплення конденсаторів на друкованій платі здійснюється за висновки за допомогою групової пайки або паяльника. Підвищена робоча температура середовища становить не більше $+ 125$ ° С, робоча знижена температура - не нижче -60 ° С. Максимальний тангенс кута втрат $\text{tg}\delta$ не перевищує 0,008, граничний струм витоку - 3мкА. Напрацювання при цьому становить не менше 10 000 ч. Плівкові конденсатори K73-17 стійкі до вібраційних навантажень в діапазоні частот 1-80Гц при прискоренні до 5g і механічним ударам одноразового (прискорення до 1000g) або багаторазового (прискорення до 40g) дії. Мінімальне значення опору ізоляції типу висновок-корпус становить 30 000 МОм, а опір ізоляції типу висновок-висновок не менше 12 000МОм. Застосовуються низьковольтні конденсатори K73-17 в пристроях фільтрації низьких частот, автоматизованих системах з підвищеним температурним діапазоном, шумоподавляючіє приладах, комунікаційному устаткуванні і різної радіоелектронної апаратури. Детальні характеристики, розшифровка маркування, габаритні і настановні розміри, конструкція плівкових

Резистор С2-23

Резистори типу С2-23 з металоелектричним проводять шаром призначені для роботи в ланцюгах постійного, змінного та імпульсного струму в якості елементів навісного монтажу. Відносяться до неізолюваних резисторам.

Рівень власних шумів, мкВ / В, не більше 1,5.

Мікросхема LM7805-7905

Стабілізатори електричної напруги це пристрої, що входять до складу блоку живлення і дозволяють тримати на виході блоку живлення стабільну напругу. Стабілізатори електричної напруги бувають розраховані на якийсь фіксований напруга на виході (наприклад 5В, 9В, 12В), а бувають регульовані стабілізатори напруги, у яких є можливість встановити необхідну напругу в тих межах, в яких вони дозволяють.

Всі стабілізатори обов'язково розраховані на якийсь максимальний струм, який вони можуть забезпечити. Перевищення цього струму загрожує виходом стабілізатора з ладу. Сучасні стабілізатори обов'язково оснащуються захистом по струму, яка забезпечує відключення стабілізатора при перевищенні максимального струму в навантаженні і захистом від перегріву. Поряд із стабілізаторами позитивного напруги існують стабілізатори негативного напруги. В основному вони використовуються в двополярного джерела живлення.

LM7805-7905 - Стабілізатори, виконаний в корпусі, схожому на транзистор і має три висновки. Див. Малюнок. (+ 5V стабілізованого напруги і струм 1А). Так само в корпусі є отвір для кріплення стабілізатора напруги 7805 до радіатора охолодження. 7805 є стабілізатором позитивного напруги. Його дзеркальне відображення - 7905 - аналог 7805 для негативного напруги. Тобто на загальному висновку у нього будтет +, а на вхід буде подаватися -. З його виходу, відповідно, буде зніматися стабілізовану напругу -5 вольт.

Так само варто відзначити, що для нормальної роботи на вхід обом стабілізаторів необхідно подавати напругу близько 10 вольт.

У цього стабілізатора існує малопотужний аналог 78L05.

Найменування: LM7905-7805

Кількість каналів: 1

Вхідна напруга (min) ($U_{вх} (min)$): -25 В

Вхідна напруга (max) ($U_{вх} (max)$): -35 В

Вихідна напруга (min) ($U_{вих} (min)$): -5 В

Вихідна напруга (max) ($U_{\text{вих}}(\text{max})$): -5 В

Упд: 2 В

Вихідний струм ($I_{\text{вих}}$): 1 А

Можливість регулювання вихідної напруги (ADJ): Ні

Точність: 4%

Мінімальна робоча температура (t_{min}): 0 °С

Максимальна робоча температура (t_{max}): 125 °С

Мікросхема LM358

Мікросхема LM358 в одному корпусі містить два незалежних малопотужних операційних підсилювача з високим коефіцієнтом посилення і частотної компенсацією. Відрізняється низьким споживанням струму. Особливість даного підсилювача - можливість працювати в схемах з однополярним живленням від 3 до 32 вольт. Вихід має захист від короткого замикання. [8]

Область застосування - в якості підсилювального перетворювача, в схемах перетворення постійної напруги, і у всіх стандартних схемах, де використовуються операційні підсилювачі, як з однополярним годую напругою, так і двохполярним.

Технічні характеристики LM358

Однополярної харчування: від 3 В до 32 В.

Двухполярної харчування: $\pm 1,5$ до ± 16 В.

Струм споживання: 0,7 мА.

Синфазное вхідна напруга: 3 мВ.

Диференціальне вхідна напруга: 32 В.

Синфазних вхідний струм: 20 нА.

Диференціальний вхідний струм: 2 нА.

Диференціальний коефіцієнт підсилення по напрузі: 100 дБ.

Розмах вихідної напруги: від 0 В до $V_{\text{CC}} - 1,5$ В.

Коефіцієнт гармонійних спотворень: 0,02%.

Максимальна швидкість наростання вихідного сигналу: 0,6 В / мкс.

Частота одиничного посилення (з температурною компенсацією): 1,0 МГц.

Максимальна потужність, що розсіюється: 830 мВт.

Діапазон робочих температур: 0 ... 70 гр.С.

Мікросхема ICL7107

ІС виробництва Maxim ICL7106 і ICL7107 є монолітними, аналого цифровими перетворювачами (АЦП). Вони мають ультра високий вхідний опір і не вимагають додаткових зовнішніх ланцюгів драйвера індикатора. Вбудовані активні компоненти включають драйвери індикатора полярності сигналу і цифрових розрядів, дешифратори сегментів, джерело опорної напруги (ДОН) і тактовий генератор. ІС ICL7106 призначена для безпосереднього управління немультіплексним РКІ, а ІС ICL7107 призначена для прямого управління світлодіодним індикатором з загальним анодом.

Універсальність і прецизійні характеристики є характерними рисами даних АЦП. Алгоритм перетворення з подвійним інтегруванням автоматично усуває вплив інтерференційних сигналів, зазвичай присутніх, в технологічній інфраструктурі. Повно - диференціальні входи сигналу і ІОН, особливо корисні при реалізації режиму відносного вимірювання (Оми, або мостові перетворювачі). Фірма Maxim додала в схемотехнику ІС ICL7106 / ICL7107 інтегратор з нульовою фазою, що виключило виникнення ефектів гистерезиса і зависання після режиму перевантаження. На завершення, дані АЦП забезпечують високий рівень точності шляхом зниження сумарної похибки до величини, менш одиниці молодшого розряду і дрейфу нульового рівня, що становить, менше 1 мкВ / С. [7]

Відмінні особливості:

- Покращена версія ліцензійної ІС
- Гарантоване відновлення параметрів при першому зчитуванні після перевантаження
- будований драйвер дисплея - зовнішніх ланцюгів узгодження не потрібно:

ЖКІ -ICL7106

світлодіодний -ICL7107

- Високоімідансні, CMOS, диференціальні входи
- Низький рівень шумів <15 мкВ (подвійна амплітуда), немає гистерезиса і зависання після перевантаження
- Вбудовані ІОН і тактовий генератор
- Повно- диференціальні входи ІОН і вхідного сигналу
- Індикатор істинної полярності для прецизійних вимірювальних додатків близько-нульових сигналів

- Монолітна CMOS - архітектура

Області застосування:

Дані АЦП можуть бути використані в широкому колі вимірювальних приладів з цифровою індикацією. Більшість додатків включає вимір і цифрову індикацію наступних параметрів:

- Тиск
- Напруга
- Опір
- Температура
- Провідність
- Струм
- Швидкість
- Товщина матеріалу

Світлодіодний індикатор цифровий семисегментний RL-S3920GDAW

Сегментний індикатор — індикатор, елементи відображення якого є сегментами, згрупованими в одне або кілька знакомиць.

Сегментом називається елемент відображення інформації знаковинтезувального індикатора, контур якого являє собою прямі та (або) криві лінії. На відміну від матричного індикатора, в якому всі елементи зображення однакові за формою, в сегментному індикаторі кожен сегмент унікальний. Форма і положення сегментів на індикаторі розробляється спеціально для передачі певного набору символів або знаків. Символи на таких індикаторах формуються сукупністю кількох сегментів. Основна відмінність сегментного індикатора від матричного — це порівняно невелика кількість елементів індикації і відповідно спрощена схема управління.

Найбільш часто використовуються два типи сегментних індикаторів:

Цифровий семисегментний індикатор, що має вісім елементів — сім сегментів для індикації цифри і один — для крапки.

Цифро-літерний індикатор, що має дев'ять, чотирнадцять або шістнадцять сегментів. Такі індикатори мають можливість показати більшість символів латинського алфавіту та кирилиці, не рахуючи цифр і спеціальних знаків.

МОС3063 (М) - популярний сімісторний оптрон широкого застосування з комутацією навантаження в момент переходу мережевої напруги через нуль.

Оптрон МОС3063 застосовується для управління сімісторний і тиристорн ключами. Схема комутації навантаження в момент переходу мережевої напруги через нуль мінімізує рівень створюваних пристроєм перешкод.

Тип виходу	фототиристор
Напруга ізоляції, кВ	7.5
Максимальний прямий струм, мА	60
Максимальна вихідна напруга, В	600
Час включення / вимикання, мкс	1
Тип корпусу	dip6

Симістор ТС106

Тиристор симетричний низькочастотний.

Призначений для роботи в перетворювальних пристроях, а також в ланцюгах постійного і змінного струму різних силових установок.

Максимально допустимий діючий струм - 10 А

Періодичну імпульсна напруга в закритому стані і повторюється імпульсна зворотна напруга - 600 В.[4]

Охолодження повітряне природне.

Випускаються в пластмасовому корпусі з жорсткими висновками.

Діодний міст КЦ407

КЦ407А - збірка з метадіффузійних кремнієвих діодів, з'єднаних бруківці схемою. Має пластмасовий корпус і гнучкі виводи. Тип збірки і цоколювка нанесені на корпусі. Важить не більше 0.5 м

Включення збірки в якості моста. (Навантаження активна)

Зворотна напруга (імпульсна)	400 В
Випрямлений струм (середній)	
При $T \leq + 55 \text{ }^\circ\text{C}$	500 мА
При $T = + 85 \text{ }^\circ\text{C}$	300 мА
Гранична робоча частота	20 кГц
Робоча температура	-60 ... + 85 $^\circ\text{C}$

Транзистор КТ315

КТ315 - кремнієвий біполярний транзистор малої потужності, високої частоти, n-p-n провідності.

1.3.7 Розрахунки та синтез основних електронних вузлів, блоків, схем керування, синхронізації.

Розрахунок показників технологічності та ефективності паяльної станції

Основними показниками технологічності та ефективності конструкції є:

$$K_y = (E_y + D_y) / Q_n, \quad (1.2)$$

де K_y - коефіцієнт уніфікації $K_y = 10/11 = 0,9$;

E_y - кількість найменувань уніфікованих складальних одиниць в конструкції, шт;

D_y - кількість найменувань уніфікованих деталей, що не увійшли до складу складальних одиниць, шт;

Q_n - загальна кількість найменувань в конструкції, без урахування стандартного кріплення, шт. [5]

$$K_p = (E_p + D_p) / Q, \quad (1.3)$$

де K_p - коефіцієнт повторюваності;

E_p - кількість повторюваних складальних одиниць, шт.;

D_p - кількість повторюваних деталей, що не увійшли до складу складальних одиниць, шт.;

Q - загальна кількість їх в конструкції, без урахування стандартного кріплення, шт.

$$K_p = 47/56 = 0,84 \quad (1.4)$$

$$T_i = 4,38 \text{ ч.}$$

де T_i - трудомісткість виготовлення конструкції, ч.

Розрахунок блока живлення

Він містить мережевий трансформатор Т1, діодний випрямляч VD1-VD4 і оксидний згладжуючий конденсатор великої ємності С1.

До допоміжних, але за потрібне пристроїв відносяться вимикач SA1, запобіжник FU1 і індикатор включення - мініатюрна лампа розжарювання HL1, з номінальною напругою, дещо більшим напруги вторинної обмотки трансформатора (лампи, палаючі з недокалом, набагато довше служать).

Стабілізатор напруги, якщо він є, включається між виходом випрямляча і навантаженням. Напруга на його виході, як правило, менше $U_{вих}$, і на стабілізаторі витрачається помітна потужність.

Почнемо з розрахунку мережевого трансформатора. Його габарити і маса повністю визначаються тією потужністю, яку повинен віддавати блок живлення:

$$P_{вих} = U_{вих} \cdot I_{вих}. \quad (1.5)$$

$$P_{вих} = 24 \cdot 2 = 48 \text{ Вт}$$

Якщо вторинних обмоток кілька, то треба підсумувати всі потужності, споживані по кожній з обмоток. До обчисленою потужності слід додати потужність індикаторної лампочки Ринд і потужність втрат на діодах випрямляча

$$P_{випр} = 2U_{пр} \cdot I_{вих}, \quad (1.6)$$

$$P_{випр} = 2 \cdot 0.6 \cdot 2 = 2.4 \text{ Вт}$$

де $U_{пр}$ - пряме падіння напруги на одному діоді, для кремнієвих діодів воно становить 0,6 ... 1 В, в залежності від струму.

$U_{пр}$ можна визначити за характеристиками діодів, що приводяться в довідниках.

Від мережі трансформатор буде споживати потужність, трохи більшу розрахованої, що пов'язано з втратами в самому трансформаторі. Розрізняють "втрати в міді" - на нагрів обмоток при проходженні по ній струму - це звичайні втрати, викликані активним опором обмоток, і "втрати в залізі", викликані роботою по перемагнічування осердя і вихровими струмами в його пластинах

Ставлення споживаної з мережі до віддається потужності одно ККД трансформатора η . ККД малопотужних трансформаторів невеликий і становить 60 ... 65%, зростаючи до 90% і більше лише для трансформаторів потужністю кілька сотень ват. [8]

Тепер можна визначити площу перерізу центрального стержня сердечника (проходить крізь котушку), користуючись емпіричної формулою:

$$S_2 = P_{тр}. \quad (1.7)$$

У позначеннях магнітопровідників вже закладені дані для визначення перетину. Наприклад, Ш25x40 означає ширину центральної частини Ш-подібної пластини 25 мм, а товщину набору пластин 40 мм. З огляду на нещільне прилягання пластин один до одного і шар ізоляції на пластинах, перетин такого сердечника можна оцінити в 8 ... 9 см², а потужність намотаного на ньому трансформатора - в 65 ... 80 Вт.

Площа перетину центрального стержня муздраттеатру трансформатора S визначає наступний важливий параметр - число витків на вольт. Воно не повинно бути занадто малим, інакше зростає магнітна індукція в магнітопроводі, матеріал сердечника заходить в насичення, при цьому різко зростає струм холостого ходу первинної обмотки, а форма його стає синусоїдальною - виникають великі піки струму на вершинах позитивної та негативної напівхвиль. Різко зростають поле розсіювання і вібрація пластин. Інша крайність - зайве число витків на вольт - призводить до перевитрати міді і підвищенню активного опору обмоток. Доводиться також зменшувати діаметр проводу, щоб обмотки вмістилися в вікні.

Число витків на вольт n у фабричних трансформаторів, намотаних на стандартному осерді з Ш-образних пластин, зазвичай розраховують, зі співвідношення $n = (45 \dots 50) / S$, де S береться в см². Визначивши n і помноживши його на номінальну напругу обмотки, отримують її число витків. Для вторинних обмоток напруга слід брати на 10% більше номінального, щоб врахувати падіння напруги на їх активному опорі.

Всі напруги на обмотках трансформатора (U_I і U_{II} на рис.) Беруться в ефективних значеннях. Амплітудне значення напружень буде в 1,41 рази вище. Якщо вторинна обмотка навантажена на мостовий випрямляч, то напруга на виході випрямляча $U_{вих}$ на холостому ході виходить практично рівним

амплітудному на вторинній обмотці. Під навантаженням випрямлена напруга зменшується і стає рівним:

$$U_{\text{вих}} = 1,41U_{\text{П}} - 2U_{\text{пр}} - I_{\text{вих}} R_{\text{тр}}. \quad (1.8)$$

$$U_{\text{вих}} = 1.41 * 24 - 2 * 3.75 = 23$$

Тут $R_{\text{тр}}$ - опір трансформатора з боку вторинної обмотки. З достатньою для практики точністю можна покласти $g_{\text{тр}} = (0,03 \dots 0,07) U_{\text{вих}} / I_{\text{вих}}$, причому менші коефіцієнти беруться для більш потужних трансформаторів.

Визначивши числа витків, слід знайти струми в обмотках. Струм вторинної обмотки $I_{\text{П}} = I_{\text{нд}} + P_{\text{вих}} / U_{\text{П}}$. Активний струм первинної обмотки (обумовлений струмом навантаження) $I_{\text{А}} = P_{\text{ТР}} / U_{\text{І}}$. Крім того, в первинній обмотці тече ще й реактивний, "намагнічує" струм, що створює магнітний потік в сердечнику, практично рівний току холостого ходу трансформатора. Його величина визначається індуктивністю L первинної обмотки: $I_{\text{пр}} = U_{\text{І}} / 2\pi fL$.

Розрахунок випрямляча

Допустимий прямий середній струм діодів в мостовій схемі повинен бути не менше $0,5I_{\text{вих}}$, практично вибирають (для надійності) діоди з великим прямим струмом. Допустиме зворотна напруга не повинно бути менше $0,71U_{\text{П}} + 0,5U_{\text{вих}}$, але оскільки на холостому ходу $U_{\text{вих}}$ досягає $1,41U_{\text{П}}$, зворотна напруга діодів доцільно вибирати не менше цієї величини, т. Е. Амплітудного значення напруги на вторинній обмотці. Корисно врахувати ще і можливі коливання напруги мережі.

Амплітуду пульсацій випрямленої напруги в вольтах можна оцінити за спрощеною формулою: $U_{\text{пульс}} = 5I_{\text{вих}} / C$. Вихідний струм підставляється в амперах, ємність конденсатора $C1$ - в мікрофарадах. [8]

Як бачимо, тут до найпростішого стабілізатора на елементах $R1$, $VD1$ доданий емітерний повторювач, зібраний на транзисторі $VT1$. Якщо в простому стабілізаторі струм навантаження не може бути більше струму стабілітрона, то тут він може перевершувати струм стабілітрона в h_{21E} раз, де h_{21E} - статичний коефіцієнт передачі струму бази транзистора в схемі із загальним емітером. Для його збільшення часто на місці $VT1$ використовують складовою транзистор. Вихідна напруга стабілізатора на $0,6$ В менше напруги стабілізації $VD1$ (на $1,2$ В

для складеного транзистора).

Розрахунок стабілізованого блоку живлення рекомендується починати саме зі стабілізатора. Виходячи з необхідних напруги і струму навантаження, вибирають транзистор VT1 і стабілітрон VD1. Струм бази транзистора складе:

$$I_b = I_{вих} / h_{21E}. \quad (1.9)$$

Він і з'явиться вихідним струмом найпростішого стабілізатора на елементах R1 і VD1. Потім оцініть мінімальну напругу на виході випрямляча $U_{вих-Упульс}$ - воно повинно бути на 2 ... 3 В більше необхідного напруги на навантаженні навіть при мінімально допустимій напрузі мережі.

Розрахунок стабілізатора напруги

Вибираємо інтегральну схему стабілізатора напруги LM7805 і LM7905

$U_{min}=5V$

$U_{max}=12V$

$P_{max}=8Вт$

$U_{вих}=1.5-15$

$I_{max}=1A$

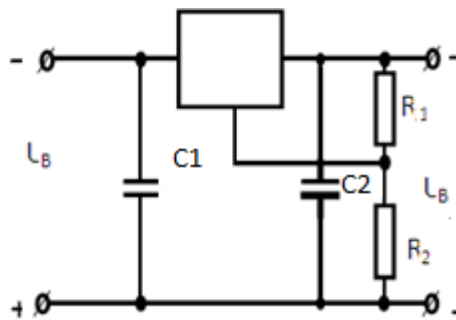


Рисунок 1.7-Стабілізатор

Розрахунок вхідного напруги для обраної схеми стабілізатора U_{in} .

Визначаємо допустимі значення вхідної напруги на вході мікросхеми.

Мінімально допустима напруга на вході мікросхеми:

$$U_{min}=U_{вих}+\Delta U_{min}*U_{вхmin}=7+0.6*5=10V \quad (1.10)$$

Вибираємо вхідну напругу стабілізатора як середнє арифметичне його допустимих значень:

$$U_{ВХ} = \frac{U_{ВХmax} + U_{ВХmin}}{2} = \frac{12 + 5}{2} = 8.5В \quad (1.11)$$

Перевірка по потужності, що розсіюється мікросхемою:

$$(U_o - U_{out}) \cdot I_n = 4.625 < 0.9 \cdot P_{max} = 7.2 \quad (1.12)$$

Умова виконується.

Коефіцієнт пульсації на вході:

$$f = \frac{1.15}{U_{ВХ}} = 0.13 \quad (1.13)$$

Умова задовольняє

Ток на вході стабілізатора:

$$I_{ВХ} = I_n + 0.02 = 0.52А \quad (1.14)$$

Визначаємо значення резисторів R1 і R2:

$$R2 = \frac{U_{ВІХ}}{1.25} - 1 = 2.7кОм \quad (1.15)$$

$$R1 = 24кОм$$

2 ОХОРОНА ПРАЦІ

2.1 Заходи щодо забезпечення охорони праці при виготовленні пристрою

2.1.1 Склеювання деталей і вузлів

Підготовку поверхні елементів до склеювання проводять за допомогою механічної (гідропіскоструминна очищення, шліфування) або хімічної (травлення, знежирення) обробки. Найбільш часто при склеюванні деталей використовують клеї на основі фенолформальдегідних, кремнійорганічних та епоксидних смол.

Фенолформальдегідні смоляні клеї вогнебезпечні, виділяють пари фенолу, формальдегіду, розчинників, пил також токсична (містить фенол); при роботі з клеєм можливо захворювання шкіри рук, подразнення дихальних шляхів, розлад травлення і ін. Гранично допустима концентрація фенолу - 0,3 мг / м³; формальдегіду - 0,5 мг / м³. До цієї групи можна віднести клей 88, 88-Н; ВІАМ-Б-3 і ін.

Кремнійорганічний клей являє собою розчин кремнійорганічних смол в органічних розчинниках, таких як толуол, який є токсичним, діє на кров, кровотворні органи і центральну нервову систему. До цієї групи клеїв відноситься клей КТ-17.

Епоксидні клеї є токсичними.

Шкідливими є клеї БФ, БФ-2, БФ-4, що складаються з спиртового розчину фенольних і полівінілового смол; термопренового клей; представляє собою натуральний каучук, розчинений в бензині; перхлорвініловий - розчин перхлорвінілової смоли в діхлоретане і багато інших.

Для усунення шкідливих виділень при роботі з клеями використовується місцева витяжна вентиляція на робочому місці. До індивідуальних засобів захисту відносяться: захисні окуляри, спецодяг, гумові або біологічні рукавички, миючі засоби та ін. Необхідно суворо дотримуватися особистої гігієни.

2.1.2 Пайка деталей і вузлів

Пайка - нероз'ємне з'єднання деталей за допомогою припою. Найбільш часто застосовуються припої - олов'яно-свинцеві (ПОС-18, ПОС-30, ПОС-40, ПОС-61)

іПОСК-50, що містить 32% свинцю.

Процес пайки супроводжується забрудненням повітряного середовища, робочих поверхонь, одягу і шкіри рук працюючих свинцем, це може привести до свинцевим отруєння організму і викликати зміни крові, нервової системи і судин. З метою попередження отруєнь свинцем ділянки пайки обладнуються відповідно до вимог санітарних правил.

У приміщеннях, де проводиться паяння припоєм, що містить свинець, щоб уникнути попадання свинцю в організм не дозволяється зберігати особисті речі, приймати їжу і курити, а також прати робочий одяг вдома. Робоче місце пайки обладнується місцевою витяжною вентиляцією, що забезпечує концентрацію свинцю в робочій зоні не більше гранично допустимої - 0,01 мг / м³.

Для запобігання опіків і забруднення свинцем шкіри рук працюючих повинні бути видані серветки для видалення зайвого припою з жала паяльника, а також пінцети для підтримки припаював дроти і для подачі припою до місця пайки, якщо відсутня автоматична подача.

При монтажних роботах, пов'язаних з небезпекою засмічення або опіку очей, передбачена видача працюючим захисні окуляри.

Для захисту від окислення місць пайки застосовують флюси: каніфольно-спиртової при пайку припоями ПОС-40, ПОС-61 і ПОСК-50, хлористий цинк при пайці і лудінні припоями ПОС-18 і ПОС-30. Каніфоль подразнює шкіру, може викликати висипання, а хлористий цинк може викликати сильне роздратування, марнувати шкіру і слизові оболонки.

Найбільш ефективними заходами, що попереджають професійні захворювання при пайку, є механізація і автоматизація паяльних робіт, впровадження нових технологічних процесів: обслуговування методом занурення, виборча пайка і пайка хвилею припою (із застосуванням друкованого монтажу), що дозволяє повністю виключити зіткнення шкіри працюють зі свинцем і флюсами .

Необхідно відзначити, що при об'ємному монтажі все частіше застосовують метод накрутки дроти на висновок з гострими крайками без подальшої пайки. Накрутка проводиться спеціальним пістолетом, що створює десятикратну надійність з'єднання, і продуктивність такого монтажу в два з половиною рази вище, ніж при пайку. Цей метод виключає шкідливі для здоров'я випаровування свинцю, припою, флюсу і розчинників при промиванні місця пайки.

Значне число паяльних робіт виконується вручну - паяльником, і для попередження професійних захворювань необхідно після закінчення роботи споліскувати руки однопроцентним розчином оцтової кислоти, мити їх гарячою водою з милом, полоскати рот, чистити зуби і приймати теплий душ.

2.1.3 Виготовлення друкованих плат

При виготовленні багатошарових друкованих плат (МПП) проводиться механічна обробка шаруватих пластиків (різка, пробивка отворів). Працюючі на обробці шаруватих пластиків повинні дотримуватися правил техніки безпеки під час холодної обробки матеріалів.

Важливим фактором, що погіршує умови праці в механічних цехах (ділянках), є шум, вироблений працюючим обладнанням. Важливе значення має правильне і достатнє освітлення ділянок і робочих місць холодної обробки матеріалів.

Промивання плат проводиться в розчині ізопропілового спирту і ацетоні. При використанні спирту і ацетону необхідно враховувати, що ці речовини є пожежонебезпечними і шкідливими для здоров'я.

Хімічне очищення плат проводиться розчинами фосфатів (тринатрійфосфат), натрієвої соди, натрієвої лугу і ін. При постійній роботі з розчинами часті різні хронічні ураження шкіри. Вельми небезпечно потрапляння навіть найменших кількостей NaOH в очі.

У процесі хімічного міднення застосовуються шкідливі речовини: сірчана, соляна, азотна кислоти, хлорне мідь, хлористий паладій, гідроокис натрію, сегнетова сіль, трихлоретилен. Тому необхідно дотримуватись вимог правил безпеки.

Для травлення міді з пробільних ділянок плат використовується ряд травителів; хлорне залізо, персульфат амонію, хлорне мідь, сплав «Розе», хромовий ангідрид з сірчаною кислотою і ряд інших є токсичними речовинами. До роботи з цими травителями допускаються особи, навчені безпечним прийомом роботи і які пройшли інструктаж на робочих місцях по роботі з шкідливими і отруйними речовинами. У разі потрапляння травителів на шкіру або слизову оболонку очей необхідно негайно рясно промити їх проточною водою або 0,5-1,0% -ним розчином квасцов і змастити вазеліном або оливковою олією, а потім

звернутися в медпункт.

Роботу з травителями слід проводити в спецодязі (халат, фартух поліетиленовий, бавовняні і гумові рукавички) і захисних окулярах. Робочі місця повинні бути обладнані витяжною вентиляцією.

2.2 Заходи з безпеки охорони праці при експлуатації пристрою

Загальні вимоги з охорони праці

- До виконання робіт паяльною станцією нагріву допускаються працівники віком не молодше 18 років, які пройшли навчання, вступний та первинний на робочому місці інструктажі з охорони праці, перевірку знань вимог охорони праці, які вже витратили безпечні методи і прийоми виконання робіт, методи і прийоми правильного поводження з пристосуваннями, інструментами, які пройшли медичний огляд і не мають протипоказань за станом здоров'я.

- Працівники, які працюють паяльною станцією нагріву повинні мати групу з електробезпеки не нижче II.

- У разі виникнення в процесі роботи паяльної станцією нагріву будь-яких питань, пов'язаних з її безпечним виконанням, працівник повинен звернутися до свого безпосереднього керівника і до усунення зауважень до роботи не приступати.

- Робочі при роботі з повітряної станцією нагріву зобов'язані щоквартально проходити повторний інструктаж з охорони праці по професії та видах виконуваної роботи.

- Робочі забезпечуються спецодягом та засобами індивідуального захисту, відповідно до діючих норм (халат бавовняний; рукавички бавовняні; окуляри захисні).

- Працівники, при роботі з паяльною станцією нагріву зобов'язані дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку і заходи пожежної безпеки. Забороняється на території підприємства розпивання спиртних напоїв і перебування в стані алкогольного або наркотичного сп'яніння. Палити

дозволяється тільки у відведених місцях.

- При роботі паяльної станцією нагріву на працівника можуть впливати небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

1. Підвищена загазованість повітря робочої зони парами шкідливих хімічних речовин;

2. Підвищена температура поверхні виробу, обладнання, інструменту;

3. Підвищена температура повітря робочої зони;

4. Пожежонебезпека;

5. Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло працівника.

5. Роботи паяльною станцією нагріву проводити тільки при діючій загальнообмінній і місцевої витяжної вентиляції. Системи місцевих відсмоктувачів повинні включатися до початку робіт і вимикатися після їх закінчення.

- Місцеві відсмоктувачі повітря повинні кріпитися на гнучких або телескопічних воздуховодах, здатних переміщатися в процесі нагрівання гарячим повітрям речовин знаходяться в виробі. При цьому повинна бути забезпечена надійна фіксація положення повітроприймачів.

- Паяльна станція нагрівання повинна проходити перевірку і випробування в терміни і обсягах, встановлених технічною документацією на неї.

- Кабель станції нагріву повинен бути захищений від випадкового механічного пошкодження і зіткнення з гарячими деталями.

- Для місцевого освітлення робочих місць при роботі зі станцією нагріву повинні застосовуватися світильники з не просвічує відбивачами. Світильники повинні розташовуватися таким чином, щоб їх світяться, не влучали в поле зору працівників.

- Для попередження працівників про можливість ураження електричним струмом на ділянці повинні бути вивішені попереджувальні плакати та знаки безпеки. На робочих місцях, повинні бути покладені діелектричні килимки.

- Працівникові, при роботі паяльної станцією нагріву необхідно дотримуватися правил особистої гігієни: перед прийомом їжі і після закінчення роботи вимити руки теплою водою з милом. Забороняється приймати їжу на робочому місці. Їжу необхідно приймати тільки в спеціально обладнаних для цієї мети приміщеннях.

- Працівникам слід виконувати тільки ту роботу, яка доручена керівником робіт. Забороняється передоручати свою роботу іншим працівникам і допускати на робоче місце сторонніх осіб.

- У разі нещасного випадку негайно надати першу допомогу потерпілому і при необхідності доставку його в лікувальну установу, зберегти обстановку якою вона була на момент події до початку розслідування нещасного випадку, якщо це не загрожує життю і здоров'ю оточуючих працівників і не створює аварійної ситуації.

- Порухення вимог даної інструкції та інших інструкцій з охорони праці тягне за собою застосування заходів дисциплінарного впливу. При порушеннях, що тягнуть за собою нещасний випадки з людьми або інші тяжкі наслідки, порушники можуть бути притягнуті до адміністративної, матеріальної або кримінальної відповідальності.

Вимоги з охорони праці перед початком роботи:

- 1.Оглянути робоче місце, привести його в порядок, звільнити проходи і не захаращувати їх.
- 2.Оглянути, привести в порядок і надіти покладену по нормам спецодяг та засоби індивідуального захисту.
- 3.Перевірити зовнішнім оглядом технічний стан кабелю та штепсельної вилки, цілісність захисного кожуха та ізоляції рукоятки.
- 4.Включити і перевірити роботу вентиляції.

- Перевірити наявність і справність:

- 1.Струмоведаючих частин електричної апаратури (кнопок і інших частин);
- 2.Заземлюючих пристроїв;

3. Засобів пожежогасіння.

Вимоги з охорони праці під час роботи:

- Утримувати робоче місце в чистоті, не допускати його захаращення.
- Паяльник з насадкою знаходиться в робочому стані, встановлювати тільки в зоні дії місцевої витяжної вентиляції.
 - Паяльник встановлювати тільки на вогнезахисні підставки, що виключають його падіння.
 - Нагріті в процесі роботи вироби розміщувати в місцях, обладнаних витяжною вентиляцією.
 - Для переміщення виробів застосовувати спеціальні інструменти (пінцети, або інші інструменти), що забезпечують безпеку при роботі.
 - Щоб уникнути опіків забороняється торкатися до гарячих елементів обладнання і нагрітої деталі.
 - Паяльну станцію нагріву переносити тільки за корпус.
 - Під час перерв у роботі станцію нагріву відключити від електромережі.
 - Вироби укладати таким чином, щоб вони знаходилися в стійкому положенні.
 - Міняти насадки в паяльнику станції нагріву тільки після відключення і охолодженні елементів обладнання.
 - Забороняється працювати з паяльником паяльною станцією нагріву без застосування спецодягу та засобів індивідуального захисту.
 - Забороняється зберігання харчових продуктів, а також прийом їжі на робочому місці.
 - Забороняється працювати паяльною станцією нагріву, при відключеною припливно-витяжної вентиляції.
 - Забороняється порушувати вимоги технологічної документації, даної інструкції та інших інструкцій з охорони праці.

Вимоги з охорони праці після закінчення роботи:

- Після закінчення роботи із застосуванням інструменту працівник

зобов'язаний:

- привести в порядок робоче місце;
- інструмент очистити від пилу, бруду і прибрати в призначене для зберігання місце;
- використану ганчір'я зібрати в металевий ящик з щільно закривається кришкою;
- очистити спеціальний одяг та інші засоби індивідуального захисту і прибрати їх в спеціально відведені для зберігання місця;
- повідомити безпосереднього керівника або іншому уповноваженому посадовцю роботодавця про всі неполадки, що виникли під час роботи, і вжиті заходи щодо їх усунення.
- По завершенні всіх робіт слід вимити руки і обличчя теплою водою з милом або аналогічними за дією змивають засобами.

Вимоги з охорони праці в аварійних ситуаціях:

- У разі виникнення аварійної ситуації слід:
 - негайно відключити джерело, що викликав аварійну ситуацію;
 - припинити всі роботи, не пов'язані з ліквідацією аварії;
 - вжити заходів з надання першої допомоги (якщо є потерпілі);
 - вжити заходів щодо запобігання розвитку аварійної ситуації та впливу травмуючих чинників на інших осіб;
 - забезпечити виведення людей з небезпечної зони, якщо є небезпека для їхнього здоров'я і життя;
 - про те, що трапилося повідомити керівника робіт.

Роботу можна відновити тільки після усунення причин, що призвели до аварійної ситуації.

- При пожежі слід викликати підрозділ з надзвичайних ситуацій, повідомити про те, що сталося, керівника робіт, вжити заходів з гасіння пожежі наявними засобами пожежогасіння. Застосування води і пінних вогнегасників для гасіння знаходиться під напругою електрообладнання неприпустимо. Для цих цілей

використовуються вуглекислотні і порошкові вогнегасники.

- У разі нещасного випадку на виробництві необхідно:

- швидко вжити заходів щодо запобігання впливу на потерпілого травмуючих чинників, надання потерпілому першої допомоги, виклику на місце події медичних працівників або доставці потерпілого в організацію охорони здоров'я;

- повідомити про подію керівнику робіт;

- забезпечити до початку розслідування збереження обстановки на місці події, а якщо це неможливо (існує загроза життю і здоров'ю оточуючих, зупинки безперервного виробництва) - фіксування обстановки шляхом складання схеми, протоколу, фотографування або іншим методом.

- У всіх випадках травми або раптового захворювання необхідно викликати на місце події медичних працівників, при неможливості - доставити потерпілого до найближчої організацію охорони здоров'я.

- Слід призупинити роботи, що виконуються поза приміщеннями (на висоті), в разі створюють загрозу для життя і здоров'я працівників змін погодних умов (гроза, шквальний вітер, снігопад, який передбачає погіршення стану видимість в межах фронту робіт) і перейти в безпечне місце.

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Економічна ефективність ІТ

3.1.1 Основи оцінки ефективності ІТ

Будь-який бізнес-проект створюється на базі розуміння його ефективності з точки зору затребуваності і прибутковості. Як правило, переваги інформаційних технологій у керівного складу підприємств не викликають сумнівів. Окупність ІТ-рішень визнає більшість представників топ-менеджменту компаній, однак, єдиної формули підрахунку ефективності інформаційних систем на справжній момент не існує.

Як не парадоксально це звучить, але для багатьох керівників компаній повернення на інвестицію в інформаційні технології не є найголовнішим критерієм для прийняття рішення про реалізацію проектів. Оцінюють частіше ефективність систем з точки зору підвищення продуктивності праці. Однак, у міжнародній практиці склалося кілька різних методологічних підходів до оцінки ефективності від експлуатації інформаційних систем, деякі з яких коротко описані в даній записці.

Методологічні підходи до оцінки ефективності інформаційних систем. Інвестиції в інформаційні технології дають віддачу у вигляді зростання ринкової капіталізації компанії за рахунок її більшої керованості, прозорості, нових компетенцій, виробничої культури, привабливості для клієнтів і співробітників, зменшення бізнес-ризиків. У довгостроковій перспективі інвестиції в ІТ знижують дисконт на потік готівки від операційної діяльності компанії, підвищуючи її біржову вартість, а також знижують ставку банківського відсотка за рахунок зменшення ризикованості бізнесу.

ІТ є структурним елементом системи корпоративного управління, забезпечуючи потоки зовнішньої і внутрішньої інформації для менеджменту компанії, і всіх осіб так чи інакше зацікавлених у змісті управлінської інформації компанії. ІТ є основним джерелом такої інформації і вирішують завдання по її формування, збереження та відтворення, забезпечуючи конкурентоспроможність, безперервність і розвиток бізнесу.

Інвестиції в ІТ є основним інструментом для підтримки конкурентоспроможності підприємства. Гарантія конкурентоспроможності для підприємства - це застосування ІТ у галузі формування, підтримки і розвитку продуктових лінійок,

ланцюжків постачань і відносин з клієнтами в їх динаміці.

Інвестиції в ІТ формують розвиток наступних конкурентоспроможних якостей компанії:

- Скорочення термінів постачань продуктів замовникам;
- Скорочення термінів введення у виробництво нових продуктових лінійок;
- Гнучкість у плануванні виробництва продукції за рахунок автоматизації управління матеріальними потоками;
- Можливість управління собівартістю продукції;
- Автоматизація відносин з клієнтами (CRM).

На рівні функціональних підрозділів впровадження інформаційної системи здатне вирішити проблемні місця в ситуації «фактичної» системі відносин. Кожен підрозділ має свій власний набір параметрів ефективності роботи системи. Так, наприклад, функціональний підрозділ технологічної підготовки виробництва збільшує продуктивність праці технологів, маркетинг отримує контроль над виконанням замовлень, постачання отримує операційне планування закупівель, орієнтоване на матеріальне забезпечення виробництва і т.п.

3.1.2 Підходи оцінки проектів з впровадження ІТ

Портфельний підхід.

Найбільш часто використовуваний підхід оцінки проектів з впровадження інформаційних технологій в компанії - це так званий портфельний підхід. Його форма являє собою просту таблицю правильно складеного ІТ-портфеля для підприємства. Така таблиця містить вичерпний перелік бізнес-процесів компанії з зазначенням всіляких засобів їх автоматизації та оптимізації в порівнянні. Портфельний підхід застосовується для оцінки ефективності ІТ керівництвом компанії на підставі оцінки, проведеної фахівцями ІТ-підрозділу. Оцінка ефективності ІТ-портфеля здійснюється, як правило, з точки зору продуктивності праці (природно, при оптимізації бізнес-процесів командою впровадження в рамках проектів щодо інтеграції відповідних ІТ-рішень на підприємстві). Таблиця також містить відомості про вартість проектів по впровадженню і підтримці ІТ-рішень.

Портфельний підхід створений для керівника підприємства, який у простій та доступній формі отримує всю мінімальну і достатню інформацію для вибору

стратегічного напрямку для розвитку ІТ на підприємстві.

Бюджетний підхід.

Бюджетний підхід застосовується на основі передумов про гарантованої ефективності ІТ при правильно побудованих процедурах бюджетування ІТ, мотивації персоналу та контролю за витрачанням коштів. Даний підхід застосовується компаніями з уже сформованим ІТ-господарством, коли більша частина ІТ-бюджету йде не на впровадження нових ІТ-рішень, а на підтримку вже впроваджених ІТ (більше 70% від бюджету). Як правило, компанії визначають частку у відсотках від, наприклад, доходу компанії яка йде на інвестиції в ІТ. При цьому ключовим параметром в обґрунтуванні для формування такого бюджету є зростання продуктивності праці.

Варто зауважити, що на підприємствах, не освоїли ІТ-системи, такий підхід не застосовують, оскільки бюджетувати витрати на ІТ у непродуктивну працю не має ніякого сенсу, спочатку необхідно змінити суть бізнес-процесів, привести підприємство у відповідність до сучасних вимог до ІТ-оснащеності. Інвестиції в ІТ розподіляються по функціональним підрозділам, які при належній мотивації формують обґрунтування застосування відповідного ІТ-рішення в прив'язці до зростання продуктивності праці. Часто ІТ-бюджет освоюється функціональними підрозділами за принципом внутрішнього підряду до ІТ-підрозділу. Кожне з підрозділів оцінює, які рішення в області ІТ є обґрунтованими і необхідними і, використовуючи свій бюджет на ІТ, «замовляє» розробку у ІТ-підрозділу. Таким чином, при впровадженні ІТ-рішень досягається ефективне участь в ІТ-проекті і персоналу з боку функціонального підрозділу, і працівників ІТ-підрозділу. У свою чергу, ІТ-підрозділ, освоюючи бюджети від внутрішнього підряду, залучає зовнішніх субпідрядників для закупівлі / інтеграції ІТ-рішень.

Грунтуючись на такому підході, багато великих консорціуми в останні роки практикують укладення угод на аутсорсинг ІТ-підрозділу. ІТ-бюджети таких великих консорціумів, як JP Morgan Chase або Bank of America становлять кілька мільярдів доларів, тому аутсорсинг або ауттаскінг (винесення завдань ІТ за межі компанії) у таких великих компаніях має саме практичне значення. З іншого боку, наприклад, у Російській Федерації ауттаскінг має саме широке застосування серед невеликих компаній. Причина проста - винесення

ІТ-бюджету за межі компанії дозволяє навіть самим невеликим компаніям конкурувати з гігантами галузі, зосередившись на основних функціях, не

займаючись підтримкою (розвитком) інформаційних систем. Для білоруських компаній стан зрілості в ІТ за рідкісним виключенням поки в далекій перспективі, хоча деякі функції інформаційних систем, наприклад, підтримка мережі і парку комп'ютерів, вже бюджетіруються, виходячи з принципів, викладених вище.

Проектний підхід.

Сучасна фінансова теорія визнає чотири основних способи розрахунку ефективності проекту та його цінності для компанії: термін окупності, повернення на інвестиції, внутрішня рентабельність і чистий прибуток від проекту з урахуванням вартості капіталу, приведена до сьогоднішнього дня. Детальний опис методологій є в будь-якому серйозному фінансовому керівництві.

Іронія полягає в тому, що розрахунок NVP або внутрішньої рентабельності вимагає обліку багатьох параметрів (вартість капіталу, вільні потоки готівки, ефект від податків, залишкова вартість тощо), які при відсутності вже освоєної на підприємстві інформаційної системи отримати складно (а найчастіше і неможливо). У зв'язку з цим найбільш поширеною методологією оцінки інформаційних систем є ROI з точки зору наочності та простоти для керівників компанії та інвесторів. ROI, як правило, розраховується за функціональним підрозділом, включеним до проекту впровадження інформаційної системи. Недолік даної методології полягає в тому, що в рамках горизонту функціонального підрозділу дуже складно кількісно оцінити якісну зміну в суті бізнес-процесів (як варіант, важливе якісна зміна може бути просто не відмічено). У зв'язку з цим така оцінка часто буває притягнута за вуха або проігнорована, якщо проводиться самостійно функціональними службами без участі фахівців фінансового підрозділу.

Оцінка ROI, проведена в сукупності з оцінкою ризиків впровадження інформаційної системи в компанії, видає показники ймовірності того чи іншого значення ROI (наприклад, 85% ймовірності успіху на 50% ROI, або 30% ймовірності успіху на 70% ROI).

Для простоти розрахунку ROI має сенс розділити ефекти від впровадження інформаційної системи на три види:

Розрахунковий ефект - розраховується все до копійки (зниження незавершеного виробництва при впровадженні ERP-системи на мільйон доларів, за рахунок цього економія банківського відсотка на сто вісімдесят тисяч, економія паперу на виробництво довідників служби постачання або збуту на десять тисяч

доларів на рік і т.п.). Як правило, такий розрахунок наочно демонструє фінансовим керівникам зростання продуктивності капіталу.

Ефект часу і продуктивності праці за рахунок більш швидкого виконання співробітниками своїх функцій (наприклад, на 15 хвилин на день для формування звітів про виробництво основи для начальників змін, 8 годин на місяць для начальників складів і бухгалтерів для інвентаризації). У кінці розрахунку цей ефект трансформується в тисячі трудоднів, які мають об'єктивної і значною вартістю.

«Тонкі» ефекти - розраховуються, виходячи із специфіки кожної компанії. Наприклад, можна розрахувати ефект від впровадження ERP-системи на виробництві для отримання управлінської інформації, яка дозволить прийняти стратегічні рішення у відношенні більш ефективного використання виробничих потужностей, або заміни неефективних робочих місць на нові, більш ефективні.

Як правило, основний ефект від впровадження інформаційних систем - це зростання продуктивності праці:

- Економія робочого часу визначеного роду менеджерів;
- Ефективне застосування людських ресурсів на підприємстві;
- Скорочення вартості здійснення тієї чи іншої трансакції на підприємстві.

Для отримання більш наочного обґрунтування щодо ефективності впровадження інформаційних систем, як правило, застосовують проектний підхід з розрахунком ROI, залучаючи для виконання таких робіт консультантів, що спеціалізуються в таких оцінках.

3.1.3 Методика та критерії оцінки економічної ефективності ІТ

У міру зростання цивілізованості російських ринкових відносин, а також професіоналізму російського менеджменту стали вироблятися деякі критерії оцінки доцільності ІТ-витрат. Найбільш популярним виявляється критерій достатнього розміру витрат на ІТ. За аналогією з розвиненими країнами набувають поширення показник ІТ-витрат як частка від обороту компанії і показник частки ІТ-витрат на одного працюючого. Однак у цьому випадку ІТ залишається витратною областю і кошти на неї "випрошуються".

Альтернативним такому підходу, на наш погляд, є розгляд ІТ-проекту в якості інвестиційного проекту. Якщо вдається оцінити ефективність інвестицій в ІТ

відповідно до загально визнаних критеріями і показниками, ІТ-департамент перестає бути просто "прохачем" коштів, а перетворюється на ініціатора ефективного інвестиційного проекту.

Завдання обґрунтування ІТ-інвестицій стає тим гостріше, чим сильніше диференціюються функції виділення і розпорядження коштів на ІТ-бюджет. СІО розробляє та подає ІТ-бюджет, CFO погоджує його з іншими параметрами бюджету компанії, а затверджує бюджет власник бізнесу. Ось чому обґрунтування ІТ-витрат як інвестиційних витрат стає все більш і більш актуальним.

Класичні методи оцінки ефективності інвестиційних проектів припускають необхідність оцінки "доходної" і "витратної" частини проектів з подальшою їх інтеграцією при розрахунку узагальненого "грошового потоку" проекту. Оцінка "витратної" частини не представляє суттєвої складності. Основна складність - в оцінці ефектів від реалізації ІТ-проекту, тобто оцінки "доходної" частини.

Для повноцінної, якісної оцінки результату слід зробити наголос на тому, заради чого здійснюється впровадження ІТ-проекту. Таке цілепокладання має бути виконано зверху до низу і органічним чином інтегровано в процес проектування ІТ-системи.

Практичне застосування даного підходу має полягати в побудові багаторівневої детальної структури "бізнес-стратегія - цілі - завдання - підзадачі - функції / бізнес-процеси - ІТ-процедури". Максимальна структуризація такого "дерева" дозволяє тісно пов'язати глобальну бізнес-стратегію галузі / підприємства, конкретні бізнес-завдання і якісні покращення (фактори ІТ-ефективності), одержувані за рахунок впровадження в практику управління інформаційних технологій, і висловити їх у формі кількісних фінансово-економічних вигод компанії.

Наприклад, для деякої компанії однієї з основних стратегічних ліній є зниження витрат. Без добротного виробничого (управлінського) обліку та системи бюджетування це завдання не вирішити. Передбачається, що швидка систематизація даних про фактичні витрати дозволить більш ефективно регулювати процес затратообрання, що в кінцевому рахунку дозволить знизити витрати на 4-7%. Ось мета високого рівня.

На більш низьких рівнях управління - функціональних департаментів і служб - впровадження ІТ здійснюється на вирішення більш локальних завдань (наприклад, прискорення оформлення заявок, поліпшення аналізу результатів

діяльності, прискорення обробки бухгалтерських даних). Природно, що на цих рівнях і проєктувальники, і особи, які застосовують ІТ, раціоналізуючи управлінські бізнес-процеси, прагнуть отримати такі якісні покращення, як скорочення дублюючих функцій, збільшення оперативності розрахунків, збільшення можливостей по оптимізації рішень та ін. Виходить, для них цілі повинні бути сформульовані іншим чином, більш близьким до розв'язуваних ними завдань. А щоб ці завдання не суперечили загальній глобальній меті, цілепокладання має бути виконано зверху до низу і органічним чином інтегровано в процес проєктування ІТ-системи.

Якщо подібна процедура "структуризації" не вбудована в процес проєктування ІТ-системи, центр ваги процедури оцінки лягає на наступний етап - "етап агрегації". Етап агрегації починається з самого нижнього рівня деталізації - ІТ-процедур, або ІТ-задач нижчого рівня. На цьому рівні необхідно максимально докладно виявити якісні покращення виконуваних бізнес-процесів.

ІТ-завдання низького рівня та ІТ-процедури набагато більш стандартизовані, ніж цілі конкретної компанії. Типові "бізнес-процеси" і забезпечують їх виконання типові "ІТ-процедури" спрямовані на досягнення, принаймні на якісному рівні, типових ефектів, опис і систематизація яких можлива в універсальній "бібліотеці типових ефектів".

Поступова агрегація таких поліпшень, узагальнюється на більш високому рівні побудованого дерева, дозволяє домогтися кількісного вираження в фінансово-економічних показниках локального значення - чинниках економічної ефективності впроваджуваних ІТ.

(Спосіб отримання таких оцінок досить трудомісткий, а також вимагає хорошого методичного забезпечення. Оцінка економічної ефективності ІТ-проєкту може становити від 1 до 2% його вартості.)

Для відомості чинників економічної ефективності в інтегральні показники на самому високому рівні виділяються узагальнені, значущі напрямки, що визначають економічну ефективність будь-яких інвестицій, - ключові фактори економічної ефективності (дохід, експлуатаційні витрати, адміністративно-управлінські витрати, податкові та позареалізаційні виплати, оборотний капітал, капітальні витрати). За умови акуратною агрегації окремих ІТ-ефектів в значимі фактори ефективності подальше побудова "грошового потоку" є справою техніки інвестиційних аналітиків.

І в Росії і в країнах, що мають істотно більший досвід в оцінці економічної ефективності ІТ, очевидні методи оцінки фінансового результату невідомі.

Тому результати, отримані за допомогою запропонованої методики, зрозуміло, не будуть "абсолютно точні". Однак, як показує досвід, з їх допомогою вдається оцінити "фінансову реалізованість і економічну спроможність" конкретного ІТ-проекту з урахуванням специфіки конкретного підприємства. Цей досвід заснований, зокрема, на застосуванні даної методики у Департаменті фінансів Міністерства шляхів сполучення РФ для оцінки ефективності проекту ЄК АСУФР (Єдиний комплекс "Автоматизована система управління фінансами і ресурсами"). Після проведених досліджень та вивченою літератури були вивчені багато методи оцінки ефективності корпоративних ІС, вони класифікуються за трьома групами.

В даний час для визначення ефективності впровадження КІС пропонується ряд методик, які можна групувати наступним чином:

- Традиційні фінансові методики (Return on Investment, Total Cost of Ownership, Economic Value Added);
- Імовірнісні методи (Real Options Valuation, Applied Information Economics);
- Інструменти якісного аналізу (Balanced Scorecard, Information Economics).

Перевагою фінансових методів є їхня база, класична теорія визначення економічної ефективності інвестицій. Дані методи використовують загальноприйняті у фінансові критерії (чиста дисконтована вартість, внутрішня норма прибутку та ін), що дозволяє керівникам знаходити спільну мову з фінансовими директорами. Головний недолік полягає в обмеженості застосування таких методів: вони оперують поняттями припливу і відтоку грошових коштів, які вимагають конкретики і точності. Визначити відтік грошових коштів (витрати на проект КІС) можна за сумами, зазначених у договорах з інтеграторами і постачальниками. Проблеми виникають при спробі визначення припливу грошових коштів. Проілюструвати ситуацію можна на прикладі впровадження КІС в сфері проектування та підготовки виробництва (ППП) машинобудівних підприємств.

«Класичним» напрямком економії до цих пір вважається зниження собівартості продукції. Однак підвищення якості продукції, що спостерігається при впровадженні сучасних ІТ, як правило, тягне за собою підвищення її собівартості (необхідність застосування нових матеріалів і впровадження нових технологій у сфері виробництва, модернізації обладнання), що є аргументом для відмови від

них.

Перевагою імовірнісних методів є можливість оцінки ймовірності виникнення ризику і появи нових можливостей (наприклад, підвищення конкурентоспроможності продукції, зниження ризиків своєчасного завершення проекту) за допомогою статистичних і математичних моделей. Тут також виникають труднощі, зокрема, при оцінці впливу КІС на конкурентоспроможність виробу.

По-перше, такі складові якості продукції, як працездатність, залежать не тільки від якості проектних рішень, прийнятих у ході виконання виробництва виробу, але і від параметрів виробничої системи - її здатності досить точно відтворити параметри проекту виробу.

По-друге, ІТ-проекти розвитку сфери підготовки та проектування виробництва (ППП), на більшості підприємств взаємопов'язані з інноваційними проектами у виробничій сфері, отже, відокремлений розрахунок ефективності таких проектів стає безглуздим - необхідна системність.

Імовірнісні методи можна застосувати для оцінки іншого чинника ефективності ІТ у сфері PPP - ймовірності своєчасного та якісного виконання проекту з розробки виробу. У цьому випадку оцінюють кількість помилок у конструкторській документації і трудомісткість їх виправлення. Однак для побудови таких моделей необхідно мати статистику про виникнення помилок у конструкторській документації, збору якої на вітчизняних підприємствах не приділяється належної уваги. Крім цього, при здійсненні такого роду оцінок не беруться до виду інші проектні ризики, наприклад, пов'язані з методами управління процесами PPP, що говорить про необ'єктивність оцінки з орієнтацією тільки на програмно-технічний аспект.

Повноцінному використанню фінансових та імовірнісних методів заважає також неможливість в сучасних економічних умовах точно спрогнозувати зміну техніко-економічних показників роботи підприємства (обсяг і тривалість випуску розроблюваної продукції).

Перевагою якісних (евристичних) методів є реалізована в них спроба доповнити кількісні розрахунки якісними оцінками. Вони можуть допомогти оцінити всі явні і неявні фактори ефективності ІТ-проектів та ув'язати їх із загальною стратегією підприємства. Дана група методів дозволяє фахівцям самостійно вибирати найбільш важливі для них характеристики ІТ (в залежності

від специфіки продукції та діяльності підприємства), встановлювати між ними співвідношення, наприклад, за допомогою коефіцієнтів значущості.

Вагомим аргументом на користь застосування якісних методів є й те, що рішення про початок комплексних ІТ-проектів на великих промислових підприємствах більшою мірою є політичним і підпорядковується стратегічним планам розвитку (наприклад, розробка нового продуктового ряду), ніж мети якнайшвидшого отримання фінансової вигоди.

Основний недолік таких методів полягає в тому, що для їх ефективного застосування підприємству необхідно самостійно розробити власну детальну систему показників і впровадити її в усіх підрозділах по всьому ланцюжку створення додаткової вартості. Інший слабкою стороною є фактор впливу суб'єктивної думки на вибір системи показників.

3.2 Розрахунок собівартості проектного пристрою

Собівартість продукту - це виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства на його виробництво і збут. Витрати на виробництво формують проізодрственних собівартість, а витрати на виробництво і збут - повну собівартість. Розрахунок собівартості продукту за статтями витрат називається калькуляцією. Калькулювання собівартості програмного продукту здійснюється відповідно. Типового положення з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) в промисловості [1].

Витрати, пов'язані з виробництвом і збутом (реалізацією) продукту групуються за наступними статтями:

1. Матеріали і комплектуючі вироби.
2. Основна заробітна плата.
3. Додаткова заробітна плата.
5. Загальнопромислові витрати.
6. Адміністративні витрати.
7. Матеріали і комплектуючі вироби.

Розглядаються виходячи з відомостей (прайс-листів, каталогів, веб-сайтів виробників і постачальників та ін.) На матеріали, сировину, комплектуючі, операцію в розрахунку на 1 одиницю випуску

Таблиця 3.1 – Розрахунок витрат на комплектуючі

Найменування матеріалів	Одиниця виміру	Марка	Норма витрат	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
<i>Покупні компоненти виробу</i>					
Конденсатор	шт	K50-25B	8	2,00	16,00
Конденсатор	шт	K73-50B	11	3,00	33,00
Конденсатор	шт	K73-25B	1	2,00	2,00
Конденсатор	шт	K73-16B	2	3,00	6,00
Конденсатор	шт	K73-10B	1	2,00	2,00
Конденсатор	шт	K50-16B	3	2,00	6,00
Мікросхема	шт	ICL7805	2	11,00	22,00
Мікросхема	шт	ICL7905	1	9,00	9,00
Мікросхема	шт	ICL7107	1	50,00	50,00
Мікросхема	шт	LM358	1	7,00	7,00
Мікросхема	шт	МОС3063	1	6,00	6,00
Мікросхема	шт	LM317	1	8,00	8,00
Мікросхема	шт	ICL7812	1	17,00	17,00
Запобіжник	шт	ВП1	1	5,00	5,00
Світлодіод	шт	АЛ301	1	3,00	3,00
Резистор	шт	С2-23	35	0,50	17,50
Резистор	шт	С2-23	2	10,00	20,00
Реле	шт	SCB-1240	1	9,00	9,00
Діодний міст	шт	КЦ407	2	10,00	20,00
Симистор	шт	ТС106	1	15,00	15,00
Симистор	шт	ВТ139	1	15,00	15,00
Транзистор	шт	КТ315	3	10,00	30,00
Транзистор	шт	КТ361	2	10,00	20,00
Транзистор	шт	КТ829	1	10,00	10,00
Трансформатор	шт	ТС-180	1	210,00	210,00
Індикатор	шт	RL	4	5,00	20,00
Тумблер	шт	ТВ1-2	2	12,00	24,00
Тумблер	шт	ТВ1-4	1	12,00	12,00
Паяльник	шт	ВК	1	270,4	270,5
Термофен	шт	LUKEY-702		472,5	472,5
Гніздо	шт	-	2	5,00	10,00
Разом	-	-	-	-	1367,5
Всього:	-	-	-	-	

Таблиця 3.2 – Приклад розрахунку витрат на сировину та матеріали

Матеріал, сировина	Одиниця виміру	Норма витрати	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Провід монтажний	кг	0,3	100	30
Склотекстоліт	м ²	0,15	134	20,1
Каніфоль	кг	0,05	86	4,3
Флюс	кг	0,01	240	2,4
Припій	кг	0,01	250	2,5
Лак	кг	0,02	70	1,4
Сировина для корпусу	кг	0,5	300	150
Хлорне залізо	кг	0,2	200	40
Сумарні витрати				250,7

Витрати на основну заробітню плату (z_0):

$$z_0 = T \cdot Ч \cdot K \cdot A = 55 \cdot 20 \cdot 1,3 \cdot 1 = 1430 \text{ (грн)} \quad (3.1)$$

де T - сумарна трудомісткість розробки продукту (год). Визначається експертним шляхом виходячи з фактично витраченого часу на виробництво і налагодження продукту;

$Ч$ - середня годинна тарифна ставка 1 робітника, який задіяних у виробництві продукту, грн / год;

K - коефіцієнт трудової участі (розрядності);

A - кількість працівників задіяних у виробництві.

- додаткова заробітна плата (10-30% от z_0):

$$z_d = z_0 \cdot K_d \cdot 0,01 = 1430 \cdot 20 \cdot 0,01 = 286 \text{ (грн)} \quad (3.2)$$

де K_d - процент додаткової заробітної плати.

Таблиця 3.3 – Ставки і відрахування в фонди

Назва фонду	Ставка
на обов'язкове державне пенсійне страхування	33,2%
на державне страхування від нещасних випадків	0,9%
на обов'язкове державне соціальне страхування на випадок безробіття	1,3%
в зв'язку з тимчасовою втратою працездатності та витратами, зумовленими народженням дитини та похованням	1,5%

$$B_{C3} = (Z_0 + Z_d) \cdot 36,9/100 = (1430 + 286) \cdot 0,369 = 633,2 \text{ (грн)} \quad (3.3)$$

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання:

Оскільки обладнання знаходиться на балансі підприємства, то витрати на утримання та експлуатацію устаткування (ВУЕУ) залежать від основної заробітної плати і відсотка на ВУЕУ; визначаються з відомостей з аналізу повної собівартості продукту (в середньому 120-150%). Прийmemo відсоток ВУЕУ 135%. Тоді

$$B_{UEY} = Z_0 \cdot \%_{BUEY} = 1430 \cdot 1,35 = 1930,5 \text{ (грн)} \quad (3.4)$$

Цехові витрати визначається з відомостей з аналізу повної собівартості продукту (середньому можуть становити 60 - 90%). Прийmemo відсоток цехових витрат рівним 70:

$$B_{CB} = Z_0 \cdot \%_{CB} = 1430 \cdot 0,7 = 1001 \text{ (грн)} \quad (3.5)$$

Виробничі витрати. Визначаються з відомостей з аналізу повної собівартості продукту (середньому можуть становити 130 - 250%). Прийmemo виробничі витрати рівними 190%. Тоді:

$$BV = Z_0 \cdot \%_{BV} = 1430 \cdot 1,9 = 2717 \text{ (грн)} \quad (3.6)$$

Адміністративні витрати визначаються з відомостей з аналізу повної собівартості продукту (середньому можуть становити 140-200%). Прийmemo адміністративні витрати рівними 150%.

$$AP = Z_0 \cdot \%_{AP} = 1430 \cdot 1,7 = 2431 \text{ (грн)} \quad (3.7)$$

Позавиробничі (комерційні) витрати. Включають витрати на рекламу і передпродажну підготовку продукту, відрядження. Орієнтовно ці витрати визначаються в розмірі 5-10% від виробничої собівартості сума попередніх статей калькуляції. Виробнича собівартість ВС дорівнює:

$$BC = 1430 + 286 + 633,2 + 1930,5 + 1001 + 2717 = 7997,7 \text{ (грн)} \quad (3.8)$$

Тоді невиробничі витрати складуть (при відсотку невиробничих витрат 10%):

$$NB = KC \cdot \%_{NB} = 7997,7 \cdot 0,1 = 799,77 \text{ (грн)} \quad (3.9)$$

Калькуляція собівартості продукту сводиться в таблицю 4.2:

Таблиця 3.4 - Зведена таблиця калькуляції собівартості

Найменування статей калькуляції	Значення, грн.
Основна заробітня плата	1430
Додаткова заробітня плата	286
Відрахування від заробітньої плати	633,2
Матеріали та комплектуючі	1367,5
ВУЕУ	1930,5
Цехові витрати	1001
Виробничі витрати	2717
Адміністративні витрати	2431
Комерційні витрати	799,7
Всього	12595,9

У ринковій економіці існують різні методи ціноутворення: собівартість плюс прибуток, забезпечення фіксованого обсягу прибутку, в залежності від рівня попиту.

Розрахунок оптової ціни продукту виробляємо за схемою "собівартість плюс прибуток".

$$C_{\text{опт}} = C + П \quad (3.10)$$

де C - собівартість програмного продукту, $П$ - величина прибутку.

Прибуток визначається виходячи з нормативу (показника) рентабельності виробництва продукції встановлюється підприємством:

$$R = \frac{П}{C} \cdot 100 \% \quad (3.11)$$

де R - рентабельність продукції (продукту), приймається в розмірі до 35%.

Тоді оптова ціна програмного продукту визначається:

$$C_{\text{опт}} = C + \frac{C \cdot R}{100} = 12595,9 + \frac{12595,9 \cdot 20}{100} = 15115,08 \text{ (грн)} \quad (3.12)$$

Позитивні сторони даної методики полягають в її простоті, комплексної очевидності такої функції ціни як відшкодування витрат на виробництво і забезпечення прибутковості від створення і реалізації програмного продукту. Недолік даної методики полягає в тому, що вона недостатньо враховує ринкові чинники ціноутворення і насамперед попит. Однак у реальному перехідній економіці існують ситуації, коли підприємствам доцільно її застосовувати: в умовах відсутності конкуренції (монополії), при обмеженні рентабельності продукції з боку держави, виконанні одноразових замовлень, виготовленні оригінальної продукції.

На закінчення необхідно відзначити, що для встановлення реальної ціни яка б відповідала умовам існуючого ринку програмних продуктів, необхідні відповідні маркетингові дослідження.

$$C_{\text{РОЗН}} = C_{\text{ОПТ}} \cdot 1,2 = 15115,08 \cdot 1,2 = 18138,1 \text{ (грн)} \quad (3.13)$$

де НДС складає 20%.

Для оцінки економічного ефекту і економічної ефективності ІС (інформаційних систем) використовують чистий приведений дохід (NPV) і індекс рентабельності (PI). Основним критерієм доцільності впровадження ІС є

$$NPV = \sum_{i=0}^n \frac{P_i - B_i}{(1 + p)^i} > 0, \quad (3.14)$$

де P_i - результати, отримані в i -му періоді;

B_i - витрати, отримані в i -му періоді;

p - норма дисконту;

n - кількість років життєвого циклу ІС.

Нульовий період (при $i = 0$) дозволяє врахувати витрати на початок запуску ІС в експлуатацію (розробка ІС, закупівля і монтаж обладнання, тестування і налагодження тощо).

Результати від впровадження

$$P_i = O_i \cdot C_i \quad (3.15)$$

де O_i - об'єм збуту;

C_i - ціна одиниці продукції;

Vp_i - виручка від ліквідації майна в i -му періоді.

Розрахуємо результати:

$$P_0 = 10 \cdot 18138,1 = 181381 \text{ (грн)}$$

$$P_1 = 20 \cdot 18138,1 = 362762 \text{ (грн)}$$

$$P_2 = 7 \cdot 18138,1 = 126986,7 \text{ (грн)}$$

Витрати на ІС в загальному випадку можуть включати наступні основні елементи:
Капітальні (одноразові) витрати;

- витрати на установку, наладку і настроювання ІС під конкретні умови експлуатації;

- витрати на первинне інформаційне насичення ІС (підготовка довідників) і т.д.

Поточні витрати:

- заробітна плата з нарахуваннями обслуговуючого персоналу;

- витрати на навчання і перепідготовку персоналу;

- витрати на ремонт, технічне обслуговування та модернізацію ІС, включаючи амортизаційні відрахування;

- витрати на електроенергію;

- витрати на поточну інформацію (за Integpet);

- матеріальні витрати (вартість паперу, картриджів, дисків і т.д.);

- витрати на поточне інформаційне обслуговування ІС і т.д.

Витрати в i -му періоді можуть бути розраховані за формулою

$$B_i = O_i \cdot C_i \quad (3.16)$$

де O_i і C_i - відповідно капітальні та поточні витрати в i -му періоді.

$$B_0 = 10 \cdot 12595,9 = 125959 \text{ (грн)}$$

$$B_1 = 20 \cdot 12595,9 = 251918 \text{ (грн)}$$

$$B_2 = 7 \cdot 12595,9 = 88171,3 \text{ (грн)}$$

Тепер розрахуємо чистий приведений дохід (NPV).

$$\begin{aligned} NPV &= \frac{181381 - 125959}{(1 + 0,2)^0} + \frac{362762 - 251918}{(1 + 0,2)^1} + \frac{126986,7 - 88171,3}{(1 + 0,2)^2} \\ &= 174747,13 \text{ (грн)} \end{aligned}$$

$$NPV \geq 0$$

Індекс рентабельності, яка розраховується як відношення наведених результатів

до приведеними витратами, повинен бути більше або рівним одиниці.

$$PI = \frac{\sum_{i=0}^n P_i (1+p)^{-i}}{\sum_{i=0}^n B_i (1+p)^{-i}} =$$
$$= \frac{181381(1+0,2)^0 + 362762(1+0,2)^{-1} + 126986,7(1+0,2)^{-2}}{125959(1+0,2)^0 + 251918(1+0,2)^{-1} + 88171,3(1+0,2)^{-2}} =$$
$$= 1,44 \geq 1 \quad (3.17)$$

За результатами розрахунків можна зробити висновок.

Висновок: в ході роботи, була розрахована собівартість проектного пристрою, складена зведена таблиця калькуляції собівартості з якої видно що для того щоб зменшити собівартість продукції потрібно зменшити виробничі витрати і позавиробничі витрати. Впровадження даного пристрою замість базового дозволить підвищити надійність, безпеку роботи, знизити кількість споживаної енергії через відсутність простоїв системи, тим самим значно скоротити витрати на утримання та експлуатацію обладнання.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання дипломного проекту було розроблено паяльну станцію з розширеними функціональними можливостями.

За час роботи над дипломним проектом було вивчено і застосовано на практиці прогресивні методи конструювання, використано довідкову та спеціальну літературу, у тому числі ряд стандартів, інтернет ресурси.

Результатом дипломного проектування є розрахунок показників технологічності та ефективності паяльної станції механічних параметрів, розрахунок надійності, температурний розрахунок. Розрахунки показали повну відповідність конструкції і основних параметрів друкованого вузла вимогам проектування.

В першому розділі проекту проведено огляд літератури та постановка задач проектування. Розроблення обґрунтування алгоритму функціонування та структурної схеми пристрою також описано розроблення та розрахунки принципової електричної схеми, її вузлів і блоків

В третьому розділі було розраховано собівартість проектованого пристрою, складена зведена таблиця калькуляції собівартості з якої видно, що для того щоб зменшити собівартість продукції потрібно зменшити виробничі витрати і позавиробничі витрати.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дубровська Г.М. Системи сучасних технологій/ Дубровська Г.М., Ткаченко А.П. - Київ: Центр навчальної літератури, 2004. - 352с.
2. Дудюк Д.Л. Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані комплекси/ Дудюк Д.Л. - Львів: Магнолія, 2015. - 278с.
3. Збожна О.М. Основи технології/ Збожна О.М. - Тернопіль : Карт Бланш, 2014. - 486с.
4. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Електроніка і мікросхемо техніка/ За редакцією А.Г. Соскова/ [Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г.]. - К.: Каравела, 2015. - 384с.
5. Невлюдов І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів/ Невлюдов І. Ш. - Харків: «Компанія СМІТ», 2014. - 584с.
6. Покропивний С.Ф. Економіка підприємства/ Покропивний С.Ф. - К.: КНЕУ, 2000. - 528с.
7. Сулима В.С. Електрорадіоматеріали/ Сулима В.С. - Харків: УПА, 2014. - 140с.
8. Усатенко С.Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД/ Усатенко С.Т., - М.: Издательство стандартов, 1989. -325с.
9. О. А. Борисенко, О. М. Кобяков, І. А. Кулик, Т. О. Протасова, В. В. Петров, О. Є. Горячев, Ю. О. Зубань, О. В. Бережна. Методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» 2013. -124с.
10. Маценко О.М. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту, 2014. -2-9с.
11. http://tourlib.net/statti_ukr/melnychenko15.htm
12. <https://docplayer.ru/41516037-Analiticheskiy-obzor-payalnyh-stanciy-ruchnogo-elektromontazha.html>
13. <http://elektrik.info/main/praktika/848-payalniki-i-payalnye-stancii.html>