

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІІРЕ, ФРЕТ

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Інформаційні технології електронних засобів

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Мікіш

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Модуль управління версійним з навантаженням
ізможливі директи на мережу великої кількості різних мереж

Виконав: студент VI курсу, групи PT-513 м
напряму підготовки (спеціальності)

172 Телекомунікації та радіомеханіка
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Томій К.Д.
(прізвище та ініціали)

Керівник Опренич Є.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Григорук М.П.
(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя - 2018 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Інститут інформатики та радіотехніки, факультет радіотехніки та телекомунікацій
 Кафедра Інформаційних технологій та інформаційних засобів
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) Магістр
 Спеціальність 172 "Телекомунікації та радіотехніка"
 (код і назва)
 Спеціалізації "Мікроелектроніка"
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Т.М. Шоло

" 11 " 12 20 18 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Топтій Костянтин Дмитрович
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Модель управління верстатом з керуванням із зовнішньої мережі на базі великої мікроконтрольованої плати

керівник проекту (роботи) Дреник Е.В. ст. викл., к.т.н.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від " 4 " 11 20 18 року № 338

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 12.12.2018

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Вивчення верстатного комплексного керування зовнішньої мережі 220В 50Гц. Кінцевою метою виконання ВХП є оптимізація

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Огляд об'єкта розробки і постановка задачі 2. Розробка структурної схеми і функціональних блоків 3. Методика розрахунків та розробка конструкції модуля 4. Розробка програмного забезпечення 5. Економічне обґрунтування механічної частини ДП 6. Охорона праці та безпека роботи в навчальних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Листок 1. Загальний алгоритм керування верстатом зовнішньої мережі. Листок 2. Структурна схема механічної частини верстатного комплексного керування. Листок 3. Розрахункові дані зовнішньої мережі. Листок 4. Функціональна схема керування механічною частиною. Листок 5. Структурна схема елементів керування верстатом зовнішньої мережі.

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Студент

Томській К. Д.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Олександр Б.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: 98 сторінок, 34 рисунків, 10 таблиць, 15 джерел, 1 додатків.

Об'єкт досліджень: модуль керування верстатом по намотуванню ізолюючої стрічки на тару великої місткості для питних напоїв.

У першому розділі розглядаються огляд області розробки та постановка завдань дипломного проекту, використання композитного намотування, обладнання по виконанню композитного намотування.

У другому розділі проводиться розробка структурної схеми і вибір виконавчих елементів системи.

У третьому розділі розробляється програмне забезпечення системи, блок-схеми алгоритму програми керуючого мікроконтролера системи, написання і налагодження програми керуючого мікроконтролера системи, серверна частина системи збору даних.

Четвертий розділ включає в себе аналіз потоків ТПВ, що здаються в якості вторинної сировини, класифікацію видів вторинної сировини, аналіз співвідношення кількості ТПВ, що здаються по відношенню до загальної кількості ТПВ на прикладі Запорізької області.

П'ятий розділ містить розрахунок економічної ефективності науково-дослідних робіт, які мають теоретичний характер.

У шостому розділі розглядаються питання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

АЛГОРИТМ, ПРОГРАМА, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, СХЕМА

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. Огляд області розробки і постановка задачі	9
1.1 Використання композитного намотування	9
1.2 Огляд верстатів для композитної намотування	14
1.3 Постановка задач дипломного проекту	23
2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ТА ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ	24
2.1 Розробка і опис структурної схеми системи	24
2.2 Вибір елементів системи.....	26
3 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКІВ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ МОДУЛЯ ..	35
4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕСПЕЧЕННЯ	41
4.1 Розробка блок схем алгоритмів	41
4.2 Написання і налагодження тексту програми керуючого мікроконтролера	43
4.3 Написання програми коригування параметрів роботи верстата.....	45
5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДП	56
5.1 Выбор объекта для сравнения и оценка технико-экономического уровня нового прибора	56
5.2 Расчет затрат на разработку, производство и эксплуатацию нового прибора	58
5.2.1 Расчет затрат на исследование, разработку и проектирование.....	58
5.2.2 Расчет себестоимости устройства	64
5.2.3 Расчет капитальных вложений	70
5.2.5 Расчет годового экономического эффекта от производства с использованием новых изделий	74
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	76
6.1 Аналіз потенційних небезпек	76
6.2 Заходи по забезпеченню безпеки	77
6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці	79

6.4 Заходи з пожежної безпеки.....	82
6.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях	84
ВИСНОВКИ	91
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	92

ВСТУП

До факторів, що зберігає якість алкогольних, слабоалкогольних і безалкогольних напоїв, відносяться упаковка, транспортування і зберігання. Упаковка тобто тара грає найважливішу роль оскільки забезпечує зручне транспортування і правильне зберігання протягом терміну придатності зі збереженням якості напоїв.

В даний момент найпоширенішою тарою великого обсягу для зберігання і транспортування напоїв є кеги.

Кег (швед. Kagg) - металева ємність, яка використовується для зберігання і транспортування пива та інших алкогольних або безалкогольних напоїв, газованих чи ні, звичайно під тиском.

Однак, варто зазначити, що алюміній або нержавіюча сталь з яких як правило виготовляють кеги є кольоровим металом і ціна на нього постійно зростає, а отже зростає і ціна на саму кегу. В даний момент ціна навіть великої за обсягом кеги перевищує ціну навіть досить дорогого напою, який можна в неї залити.

У зв'язку з дорожнечею стандартної металевої тари великого обсягу для напоїв пропонується використовувати пластикову тару на яку намотується ізолююча стрічка, яка збільшує міцність і перешкоджає проникненню променів сонячного світла. Подібна намотування називається композитної намотуванням.

Композитне намотування - технологічний процес виробництва виробів шляхом укладання просоченої термореактивної смолою нитки (ровінгу) зі скла, базальту, вугілля або органічних сполук на обертову оправку.

У конструкціях, виготовлених методом намотування, напрямок діючих напружень може бути різноманітним. Це дозволяє проектувати такі конструкції, в яких матеріал використовується з великим ступенем ефективності.

Під час намотування формуються радіально-перехресні шари, при взаємодії яких утворюється міцна структура.

Висока точність розташування волокон на оправці досягається шляхом використання обладнання з сучасними системами ЧПК.

Основний процес намотування піддається високого ступеня механізації і автоматизації, що економічно вигідно у виробництві. Під час намотування формуються радіально-перехресні шари, при взаємодії яких утворюється міцна структура. Висока точність розташування волокон на оправці досягається шляхом використання обладнання з сучасними системами ЧПК.

У дипломному проекті пропонується розробка модуля керування верстатом композитного намотування тари великої місткості (від 5 до 50 л), а також керуючого програмного інтерфейсу для персонального комп'ютера з метою спростити роботу оператора при зміні розмірів ємностей, що встановлюються для намотування.

Для написання керуючої програми контролера для кожної окремної ємності потрібна чимала кількість часу, так само, під час її написання, можуть з'явитися помилки.

Використання програмного інтерфейсу значно скоротить час на розробку керуючої програми, тому що шаблон її розрахунку вже буде закладено, і щоб її розрахувати, необхідно буде тільки правильно поставити всі необхідні параметри.

Метою даного дипломного проекту була розробка модуля керування верстатом по намотуванню ізолюючої стрічки на тару великої місткості для питних напоїв.

1. Огляд області розробки і постановка задачі

1.1 Використання композитного намотування

Сучасна промисловість потребує особливо міцних матеріалів. Найбільш популярним способом їх отримання є композитне намотування. Це процес намотування на оправку композитних матеріалів, попередньо змочених смолою і подальше проведення над отриманим матеріалом термічної і механічної обробки. Даний процес широко використовується для отримання пустотілих тіл обертання (композитні труби, композитні балони і т.д.).

Сучасне високоякісне обладнання для намотування дозволяє мінімізувати витрати по виробництву і отримати продукт на виході, який буде мати наступні характеристики:

- низька теплопровідність;
- висока міцність;
- мала маса;
- антикорозійність;
- незначний коефіцієнт опору внутрішньої поверхні;
- термін гарантійної експлуатації більше 60 років;
- легкий монтаж і демонтаж.

Найбільшого поширення набули два основних види намотування: полюсне і спіральне, кожне з яких дає свою характерну схему розташування волокна.

При полюсному (званому також площинному) намотуванні оправка залишається нерухомою, в той час як пристрій типу важеля, що подає волокно обертається щодо поздовжньої осі під заданим кутом нахилу.

Після кожного його оберту оправка переміщається вперед на відстань, відповідну одній ширині смуги волокон.

Така схема називається одношаровим полюсним намотуванням (рис. 1.1).

Смуги волокна укладаються впритул одна за одною; готовий шар складається з двох додавань, спрямованих на протилежні сторони щодо кута намотування.

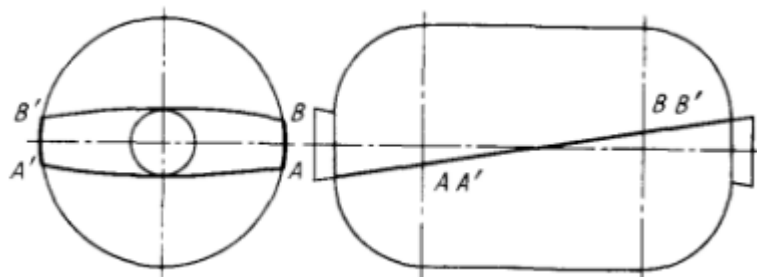


Рисунок 1.1 – Одношарове полюсне намотування

При спіральному намотуванні оправка безперервно обертається, в той час, як каретка, що подає волокно, переміщується зворотно-поступально.

Швидкість переміщення каретки і частота обертання оправки підбираються такими, щоб забезпечити заданий кут намотування.

При цьому зазвичай спіральне намотування виходить багатовитковою.

Після першого проходу намотування смуги волокна не примикають одна до одної. Для отримання повторюваного малюнка потрібно кілька витків.

Типова десятівіткова модель показана на рис. 1.2.

Волокна за один виток в цьому випадку становить одну десяту суми довжини окружності і ширини смуги; волокно одинадцятого витка потім лягає поруч з першим.

І в цьому випадку кожен шар складається з двох додавань.

Така конфігурація обов'язково призводить до перетину волокон (утворення поперечних смуг) в окремих ділянках.

Число місць з поперечними смугами залежить від кута намотування.

Необхідний малюнок намотування підбирається регулюванням машини методом проб і помилок або розраховується по геометрії виробу.

Наведений нижче спрощений приклад ілюструє метод визначення кількості витків для отримання даного малюнка і сумарного числа витків для повного покриття оправлення.

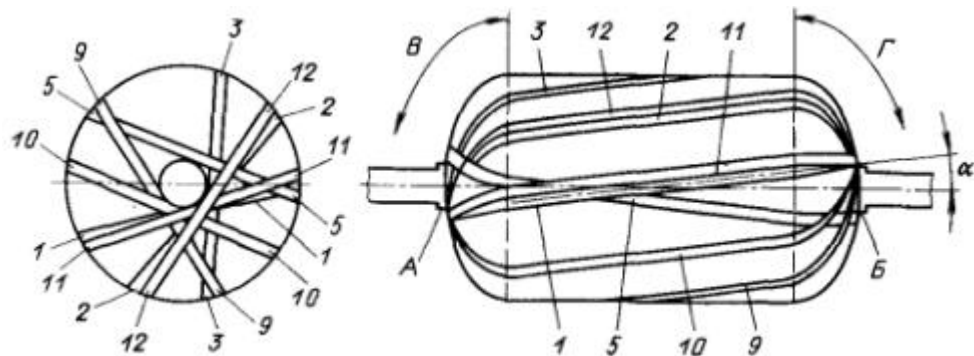


Рисунок 1.2 – Малюнок десятівіткової спіральної намотки

На рис. 1.2 прийняті наступні позначення: А, Б - полюсні отвори, В, Г - склепіння.

Наведений приклад ілюструє ступінь точності регулювання швидкостей машини. Очевидно, що для повного покриття оправлення треба варіювати ширину смуги і кут затримки.

У практичній діяльності довжина циліндра і кут намотування також вважаються параметрами процесу, які варіюють для отримання потрібного малюнка.

Знаходять застосування й інші методи намотування.

Окружне намотування.

Окружні або кругові шари намотують під кутом , близькими до 90° , причому за один оборот подає пристрій просувається на ширину смуги.

Вважається, що шар складається з одного складання.

Окружні шари можна наносити для додаткового посилення або збільшення жорсткості окремих, найбільш важливих місць циліндра.

Поздовжне намотування.

Цей термін відноситься до намотування під малими кутами, яке може бути площинним або спіральним.

При отриманні закритих посудин високого тиску мінімальний кут визначається величиною полюсних отворів з обох кінців.

Комбінаційне намотування.

Поздовжні шари підсилюють окружними.

При формуванні посудин високого тиску окружні шари зазвичай наносять зовні.

Рівновага між армуючими матеріалами в окружному і поздовжньому напрямках досягається спіральним намотуванням двох або декількох шарів.

Інші методи.

Площинне багатовиткове намотування аналогічне багато-витковому спіральному намотуванню, а одновиткове спіральне намотування аналогічне площинному намотуванню.

Обидва малюнка відрізняються один від одного тільки рухом волокна при формуванні торцевих кришок.

Оправки

Оправки для отримання виробів з відкритим торцем, таких як циліндри або конуси, мають порівняно просту конструкцію.

Можна застосовувати порожнисті і суцільні оправки зі сталі або алюмінію.

При намотуванні вироби заодно з торцевою кришкою наприклад, посудин високого тиску, особлива увага повинна бути приділена конструкції оправки і вибору матеріалу для неї.

При правильно обраній конструкції значно знижуються пошкодження волокон при стисненні волокон, а також відхилення розмірів деталі; зменшуються також залишкові напруги.

Оправка не повинна провисати під дією власної маси і прикладеного натягу під час намотування.

Вона повинна зберігати достатню міцність при затвердінні смоли при підвищених температурах і легко віддалятися після затвердіння.

Нижче наведені основні принципи конструювання оправок.

1). Що складається з окремих частин розібрана конструкція.

Дорога і не виправдовує себе при отриманні менше 25 деталей.

Оптимальний діаметр 910..1520мм.

Зняття оправки ускладнюється при маленьких полюсних отворах.

2) .Низкоплавкі сплави.

Мають високу щільність і схильні до повзучості при середніх натягах намотування.

Їх застосування обмежене невеликими судинами, діаметр і довжина яких не перевищує 300 мм кожен.

3). Евтектичні шари.

Знаходять найбільш широке застосування, ніж низкоплавкі сплави, і придатні для судин діаметром до 600 мм.

При правильному обертанні порожнисті вироби можна формувати заливкою і повільним обертанням форми, причому зняття виробів не викликає труднощів.

4). Розчинна алебастр.

Тривалий час знаходяться в пластичному стані, може стиратися по периметру, легко вимивається.

5). Крихкий або алебастр, що ламається.

Найбільш придатний для отримання виробів великого діаметра.

Потрібно внутрішнє кріплення, розбивання здійснюється з працею і може пошкодити виріб.

Для полегшення зняття всередину можна вставляти ланцюг.

6). Суміш піску з полівініловим спиртом.

Чудовий матеріал для виробів діаметром до 1500 мм, що випускаються в невеликих кількостях.

Він легко розчиняється в гарячій воді, але вимагає ретельного контролю процесу формування.

Недоліком його є низька межа міцності при стисненні бсж.

7). Надуті повітрям оправки.

Не можна застосовувати, якщо потрібен опір дії навантажень, що скручують.

Одним із способів підвищення опору крутним моментам є заповнення порожнини оправки таким матеріалом, як пісок, і додаток вакууму.

Інший прийом роботи з надутими оправками полягає в перенесенні неотвердженню виробу в закриту форму і проведенні затвердіння з наддувом через оправку [1].

1.2 Огляд верстатів для композитної намотування

Кожен тип верстатів призначений для полюсної або для спіральної намотки.

Верстати обох типів мають також пристосування для окружного намотування, що збільшує їх універсальність.

При роботі на машинах для полюсного намотування оправка зазвичай знаходиться у вертикальному положенні, що запобігає її прогину під дією маси намотаного матеріалу і спрощує конструкцію обертового подаючого пристрою.

Основною перевагою машин для полюсного намотування є простота регулювання окремих механізмів.

Обертання подаючого важеля відбувається безперервно з постійною швидкістю, що виключає виникнення інерційних ефектів, які можуть з'являтися при змінах швидкості або реверсуванні напрямку.

З іншого боку, в більшості випадків використання таких верстатів обмежене складом застосовуваних перепрегов, тому що системи з «мочною» намоткою важко монтувати.

У верстатах зі спіральною намоткою є два основних механізми, що переміщуються: оправки, що обертається і траверса подаючого пристрою.

Крім того, є поперечний супорт, перпендикулярний осі оправки, і механізм руху ниткопровідника, через який подається волокно.

Останні два пристрої забезпечують більш точне укладання волокна по торцях конструкції [1].

Найбільш універсальними в даний час є верстати для спірального і тангенціального намотування токарного типу (рисунок 1.3).

На таких верстатах намотування здійснюють при зворотно-поступальному переміщенні каретки з ниткорозкладчиком уздовж осі x , причому обертання оправки і швидкість переміщення ниткорозкладчика мають співвідношення, що забезпечує збереження розрахункового кута намотування β на всіх ділянках траєкторії витка

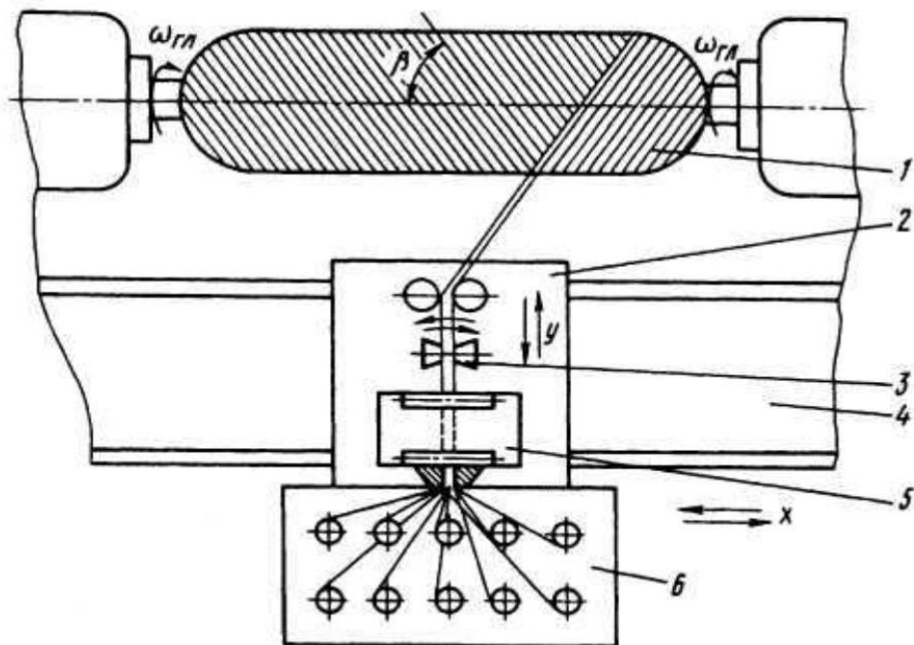


Рисунок 1.3 – Кінематична схема координатного верстата для спіральної намотки

На рис. 1.3 прийняті наступні позначення: 1 - оправка; 2 - намотувально - просочувальний тракт; 3 - розкладний пристрій; 4 - напрямні руху каретки; 5 - просочувальна ванна або нагрівальний пристрій для препрегів; 6 - шпулярник.

Для реалізації необхідного співвідношення необхідно здійснити наступні рухи:

- обертання оправки з постійною кутовою швидкістю головного руху $\omega_{\text{ГЛ}}$;
- незалежний возвратно-поступальний рух каретки паралельно осі оправки x ;
- незалежний возвратно-поступальний рух каретки перпендикулярно осі оправки y ;
- разворот розкладального ролика по крену, тангажу та куту рискання φ .

Результуючий рух каретки по вказаним напрямкам оправки представляє собою траєкторію вітка відносно оправки, що обертається, яка з визначеною точністю забезпечує потрібний рисунок намотки.

Серед зарубіжних верстатів такого типу найбільш відомі верстати, що випускаються фірмою "Bayer" (Німеччина).

Розвиток намотувальних верстатів спіральної намотки йде по шляху створення верстатів порталного типу, які оснащені сучасними комп'ютерними системами.

На них можна намотувати вироби практично будь-якої форми.

Схема одного з таких верстатів, що випускаються французькою фірмою "Divisionplastrex", показана на рис. 1.4.

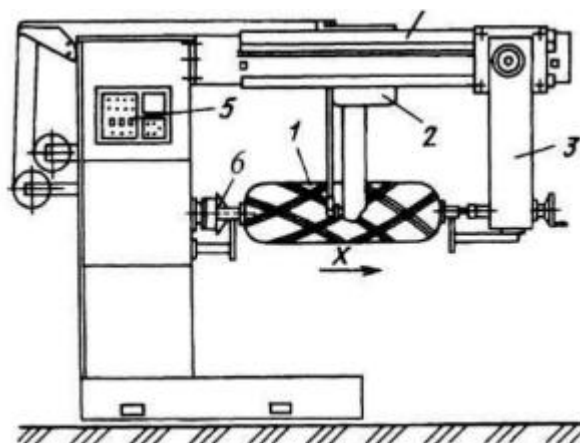


Рисунок 1.4 – Схема пристрою намоточного верстата порталного типу

На рис. 1.4 прийняті наступні призначення: 1 – оправка; 2 – вертикальна каретка з розкладчиком; 3 – рухома задня опора; 4 – верхній порт; 5 – комп'ютерна система керування та контролю технологічних параметрів; 6 – шпindel' головнього руху

В станках, призначених для продольно-поперечної намотки, які також відносяться к станкам токарного типа, мається додатковий пристрій – вертлюг, що охоплює оправку, що обертається синхронно з нею, і одночасно переміщається поступально уздовж її осі по черзі від одного торця циліндричного виробу до іншого.

По периметру вертлюга розміщені бобіни з стрічками намоточного матеріалу з армуючих ниток, призначених для укладання в поздовжньому напрямку.

Ширину цих стрічок і їх кількість підбирають таким чином, щоб панchoхою закрити відразу всю циліндричну поверхню оправки.

Бобіни з прімоточним матеріалом для поперечного намотування при цьому розміщують на супорті верстата, що переміщається синхронно з вертлюгом паралельно осі оправки.

Для намотування виробів, що мають криву поздовжню вісь, був розроблений намотувальний верстат СНП-3 (рис.1.5).

Цей верстат призначений в основному для намотування циліндричних трубопроводів.

Однією з головних конструктивних особливостей верстата, що визначаються його призначенням, є той факт, що в процесі намотування ниткорозкладчик обертається навколо нерухомої оправки.

Всі переміщення робочих органів верстата здійснюють за розрахунковою програмою.

Для управління верстатом використовують серійну систему програмного управління СЦП-5, інформація в яку надходить від перфострічки.

Верстат має роздільні приводи, які здійснюють

- рухи по чотирьох координатах (рис. 1.5);
- поздовжнє переміщення столу з встановленою на ньому оправкою (координата x);
- поперечне переміщення каретки з намотувальним пристроєм (координата y);
- обертання планшайби з бобінами склониток навколо оправлення (координата z);
- поворот вертлюга з планшайбою навколо вертикальної осі (координата ϕ).

Намотування посудин тиску сферичної, еліпсоїдної, ізотенсоїдної, чечевідної форм можна виконувати на верстатах токарного типу, тому спеціальні верстати для намотування таких виробів серійно не випускаються.

Проте, поява схеми зонального намотування таких посудин призвело до створення двох моделей верстатів, що незначно розрізняються марок СН-6 і НШБ-2 [2].

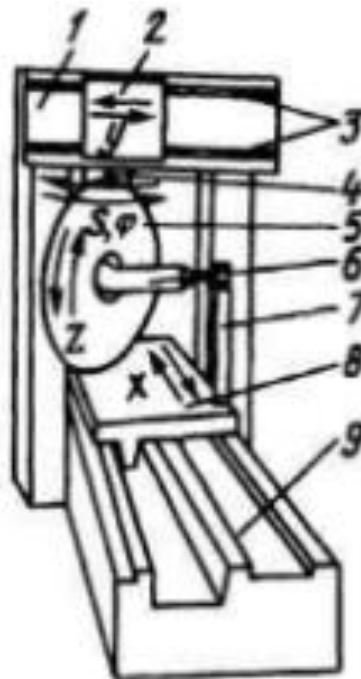


Рисунок 1.5 -. Схема станка СНП-3

На рис. 1.5 прийняті наступні позначення: 1 - траверса; 2 - каретка; 3 – направляючі каретки; 4 – вертлюг; 5 - планшайба; 6 - оправка; 7 – опора кріплення оправки; 8 - стіл; 9 – станина

Формування структури композиційного матеріалу методом намотування тісно пов'язане з конструюванням самого виробу.

При цьому повинні враховуватися реальна форма оболонки, наявність в ній комбінованих частин у вигляді сторонніх матеріалів внутрішніх шарів і заставних деталей, а також розміри конструкції.

Формування досконалої структури намотаного композиційного матеріалу передбачає рівнонапруженість всіх волокон арматури.

Ця умова реалізується при їх укладанні на поверхні намотуваного виробу волокон по геодезичним лініям, що визначає на поверхні довільної форми найкоротша відстань між двома точками.

По ряду причин ця умова на практиці не реалізується.

Найменші труднощі виникають при виготовленні циліндричних оболонок (труб).

Найпростіший метод формування - пряме (радіальне або окружне) намотування рулонного наповнювача на обертову оправку

У цьому випадку кут намотування α , тобто кут між твірною оболонки і дотичній до площини рулонного наповнювача в місці його укладання на оправку становить 90° .

У найпростішому варіанті такого намотування довжина оболонки, що виготовляється, дорівнює ширині рулонного наповнювача.

Якщо довжина труби перевищує ширину рулону, пряме намотування ведуть одночасно з декількох рулонів паралельно, з невеликою нахлесткою по краях (5 ... 50 мм).

При формуванні структури композиційного матеріалу із спіральною намоткою пасма ниток за кожен оборот оправка або ниткорозкладчика верстата утворюється система двох шарів зі взаємно-перехресним орієнтуванням армуючих волокон (спіраль-перехресна намотування).

Ці шари характеризуються кутами намотування α_1 і $\alpha_2 = 180^\circ - \alpha_1$.

Для оболонок, що працюють в умовах осесиметричних навантажень, ці кути рівні і відрізняються тільки знаком.

Спіральне намотування може здійснюватися під кутом $\alpha_1 = 25^\circ \dots 85^\circ$ в залежності від напрямку головних напружень при навантаженні оболонок експлуатаційними навантаженнями.

Крім того, вона може бути багатозаходною, коли стінки виробу формуються нитками, що намотуються під різними кутами в кожному з несучих шарів і укладаються одночасно або послідовно.

Спіральне намотування труб односпрямованим наповнювачем, як самостійний метод їх виготовлення, не отримав широкого поширення, так як за комплексом техніко-економічних показників поступається раніше розглянутим методам намотування виробів простої геометричної форми.

Однак спіральне намотування набуває особливого значення для виготовлення оболонок складної форми і є практично єдиним і універсальним способом їх отримання.

До такої групи виробів можна віднести напружені замкнуті оболонки у вигляді сфер, еліпсоїдів, циліндрів зі сферичними і еліптичними днищами, полюсними і неполярними отворами різного діаметру, а також несиметричними профілями днищ.

Такі конструкції можна отримати методом спіральної намотки.

Конструкції намотувальних верстатів відрізняються різноманітністю, що обумовлено перш за все різноманітністю форм і розмірів виготовлених оболонок і типів армуючих матеріалів, безперервністю або дискретністю процесу.

Розрізняються вони і конструктивним виконанням просочувально-ормуючого тракту, кінематикою рухів різних елементів, типом приводу, ступенем автоматизації і системами програмного управління, а також ступенем універсальності.

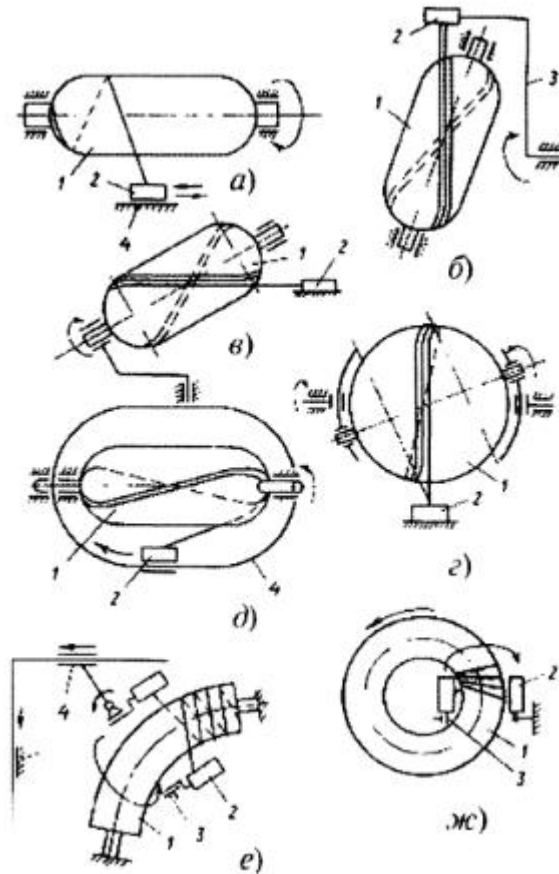


Рисунок 1.6 – Кінематичні схеми спіральної намотки оболонок подвійної кривизни

На рис. 1.6 прийняті наступні позначення: а - зворотно-поступальний рух розкладальника; б - обертальний рух розкладальника; в - нерухомий розкладальник і обертальний рух оправки в двох площинах; г - нерухомий розкладальник і обертальний рух оправки в трьох площинах; д - рух розкладчика по замкнутій криволінійній направляючій; е - обертання розкладчика на планшайбе навколо осі оправлення і рух планшайби по системі напрямних вздовж осі оправки; ж - обертання розкладчика на планшайбе навколо кільцевої осі торів оправки (переміщення оправки здійснюється уздовж цієї осі); 1 - оправки; 2 - розкладальник, 3 - планшайба, 4 – напрямна

Основним елементом апаратурно-технологічного оформлення процесу намотування виробів є технологічна оправка.

Її форма і розміри із заданою точністю повинні відповідати формі і розмірам внутрішньої поверхні виробів і бути стабільними під дією силових і температурних впливів під час намотування і відтвердженні композиції.

До оправок пред'являються вимоги міцності, жорсткості, технологічності у виготовленні і витяганні готового виробу, малої маси і невисокою собівартості.

Залежно від обсягу виготовлених виробів оправки можуть бути одноразового, багаторазового використання і комбіновані (частина її елементів використовується багаторазово, а частина - одноразово).

Оправки багаторазового застосування, як правило, розбірні, виконані з легких алюмінієвих сплавів або сталі.

Ці оправки більш зручні для організації внутрішнього обігріву, без якого рідко обходяться під час намотування виробів, особливо товстостінних.

В останні роки для зниження маси оправок в їх конструкціях стали використовувати композиційні матеріали, наприклад, вуглепластики, склопластики.

Оправки одноразового використання виготовляють з легко видаляються матеріалів (вимиванням, руйнуванням, виплавленням), таких як гіпс, суміші спирту з піском, гіпсу та солі з високою температурою плавлення, гіпсу з піском, піску з полівінілацетатним латексом, піску з кухонною сіллю з розчином столярного (кісткового) клею, а також високопарафінову суміш і сплав Вуда.

Для поліпшення якості стінок намотанного виробу як по «мокрому», так і по «сухому» способу іноді здійснюють додаткове його просочення сполучною речовиною безпосередньо на оправці.

Цей прийом особливо ефективний при формуванні заготовки виробів з непросоченого волокнистого наповнювача, яке може бути здійснено з високими швидкостями, що не лімітованими присутністю сполучного.

1.3 Постановка задач дипломного проекта

З урахуванням аналізу необхідності використання неметалевої тари, а також методів і технологічного обладнання для виконання композитного намотування в дипломному проекті були поставлені наступні завдання:

- розробити структурну схему системи управління верстатом композитної обмотки який використовує десятивиткове спіральне намотування з евтектичним формування оправок;
- вибрати основні конструктивні елементи для забезпечення управління двигунами верстата;
- розробити комутаційну схему системи управління;
- вибрати основний мікропроцесорний елемент управління верстатом;
- розробити основні принципи та методи управління намотуванням;
- скласти методику розрахунків порядку подачі сигналів для керуючих елементів системи для забезпечення намотування тари з задаються розмірами і перевірити її на окремо взятих прикладах;
- розробити алгоритм програми керуючого контролера для забезпечення намотування стрічки на тару;
- написати й налагодити програму керуючого контролера;
- написати й налагодити інтерфейс для зручного управління програмою роботи верстата.

2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ТА ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ

2.1 Розробка і опис структурної схеми системи

Устаткування технологічного рівня становлять окремі виконавчі пристрої з локальними системами управління та ПУ, які можуть функціонувати автономно або об'єднуватися системою управління.

При створенні систем управління (СУ) керуються концепціями централізованого і розподіленого управління.

Будь системі управління властива ієрархічна структура з виділенням рівнів прийняття рішень.

Тому СУ можна розглядати як централізовані і децентралізовані.

При цьому централізована СУ являє собою апаратний блоковий комплекс, який реалізує, як правило ієрархічний алгоритм управління.

Децентралізовані - передбачають децентралізацію і ієрархію апаратних і програмних засобів, тобто сукупність підсистем управління, що входять в загальну систему.

В існуючих СУ найбільш інтенсивне розвивається локальний рівень управління, розглянемо його основні функціональні завдання.

Централізований контроль: збір даних ТП і технологічного обладнання, фіксація їх відхилень від заданих значень; аналіз спрацювання блокувань і захистів; контроль і реєстрація параметрів, а також розрахункових значень, що характеризують протікання процесу.

Регулювання: стабілізація на заданих рівнях окремих параметрів ТП або їх зміну в часі за заданим законом; безпосереднє цифрове управління обладнанням; каскадне і багатозв'язних регулювання параметрів.

Програмно-логічне управління (ПЛУ): виконання операцій дискретного управління за заданою програмою і (або) в заданій залежності від стану технологічного обладнання.

Відображення інформації: введення вручну команд і даних; оперативне відображення даних, що вводяться про технологічної інформації про хід ТП і стан обладнання.

Передача даних: підготовка даних для суміжних та вищих систем; виконання протоколів обміну з розосередженими і віддаленими абонентами.

З метою забезпечення необхідної надійності в локальному рівні управління передбачається також рішення спеціальних завдань, пов'язаних з контролем, діагностикою та резервуванням.

Структурна схема елементів керування верстату композитного намотування

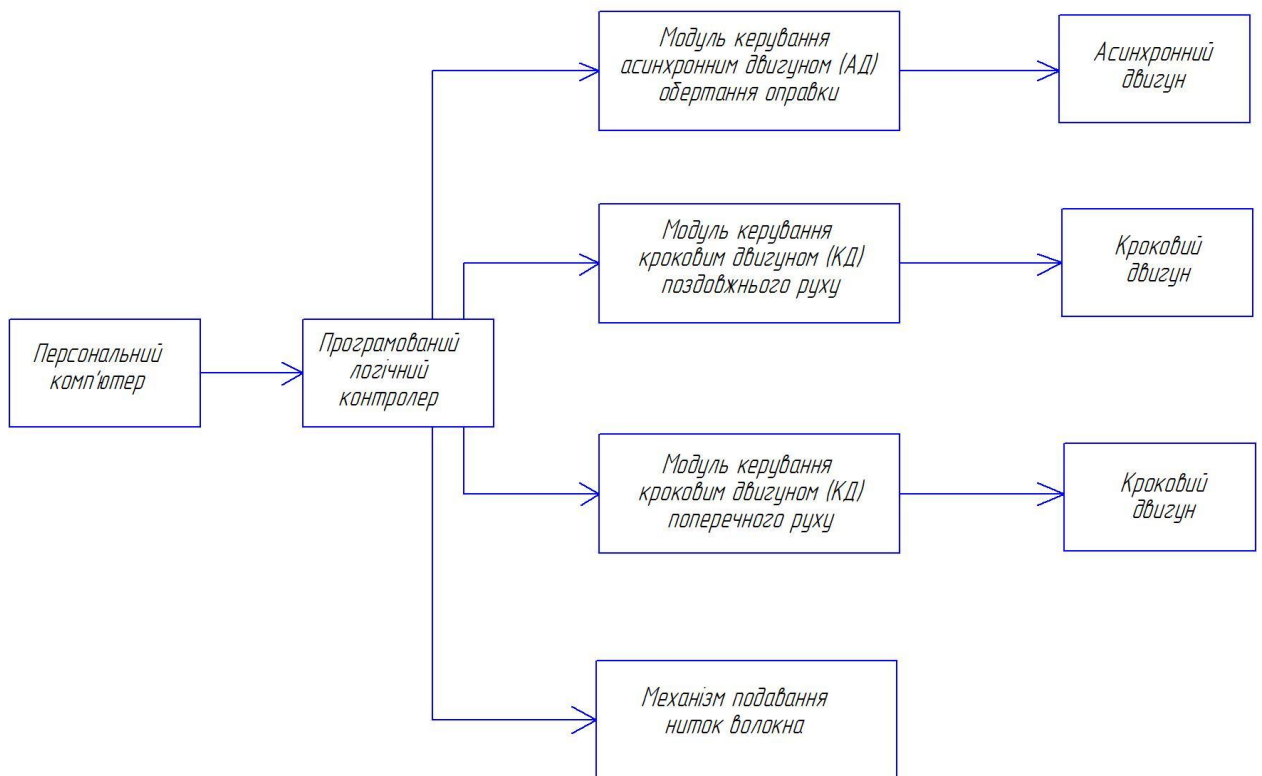


Рисунок 2.1 – Структурна схема елементів керування верстату композитного намотування

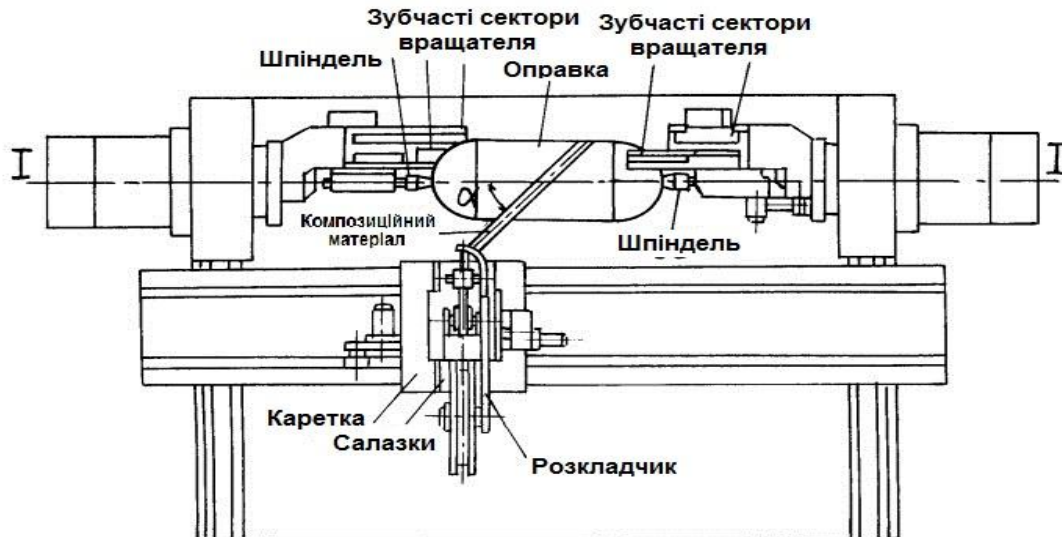


Рисунок 2.2 – Структурна схема механічної частини верстату яким буде проводитися керування

Встановлені на кут α зубчасті сектори обертачами наводяться в синхронне обертання або одним електроприводом, або двома електроприводами. Оправка приводиться в обертання розташованими на каретці приводом шпинделя, а розкладальник в залежності від форми оправки здійснює локальний, зазвичай симетричний рух щодо середнього положення площини, що проходить через центр обертань оправки. При намотуванні сферичної поверхні розкладальник стоїть нерухомо.

При намотуванні циліндричних балонів або балонів іншої не сферичної форми шарами з чималими кутами намотування α зубчасті сектори встановлюють приводами обертачів у вертикальне положення, і обертачі фіксують їх гальмами, а механізмами переміщення зубчастих секторів осі шпинделів кареток поєднують з віссю обертачів і фіксують гальмами.

2.2 Вибір елементів системи

Перед вибором елементів керування необхідно провести вибір двигунів, що виконують технологічний процес з намотування ленти, оскільки

без інформації про способи керування ними та їх з'єднання з модулем керування неможливо виконати написання керуючої програми.

Потрібно звернути увагу на рушійні елементи, такі, як крокові двигуни. Як відомо, принцип роботи крокового електродвигуна (ШД) відрізняється від принципу роботи електродвигуна постійного струму (ДПС). Якщо ДПС починає своє обертання як тільки в якірній обмотці буде подана постійна напруга і буде обертатися до тих пір, поки вона не зникне. І після припинення подачі напруги якір продовжить обертання до повної зупинки, тобто двигуни такого типу мають великий момент інерції якоря і домогтися точного кутового позиціонування неможливо.

ШД як і ДПТ має ротор і статор, проте ключовою відмінністю від ДПТ є те, що при подачі напруги на одну з обмоток ротор повертається на певний кут, тобто робить крок. Це дозволяє домогтися точного позиціонування. Проте за це доводиться платити специфічними схемами управління живленням обмоток. Приклади схем управління ШД показані на рис. 2.3 та рис. 2.4

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
<i>1</i>	<i>+</i>	<i>---</i>	<i>---</i>	<i>---</i>
<i>2</i>	<i>---</i>	<i>+</i>	<i>---</i>	<i>---</i>
<i>3</i>	<i>---</i>	<i>---</i>	<i>+</i>	<i>---</i>
<i>4</i>	<i>---</i>	<i>---</i>	<i>---</i>	<i>+</i>

Рисунок 2.3 – Схема управління уніполярним двигуном

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
<i>1</i>	<i>+</i>	$\perp$	<i>--</i>	<i>--</i>
<i>2</i>	<i>--</i>	<i>--</i>	<i>+</i>	$\perp$
<i>3</i>	$\perp$	<i>+</i>	<i>--</i>	<i>--</i>
<i>4</i>	<i>--</i>	<i>--</i>	$\perp$	<i>+</i>

Рисунок 2.4 – Схема управління біполярним двигуном

Обрані наступні крокові двигуни (табл..2.1):

Таблиця 2.1– Характеристики обраних крокових двигунів

Найменування двигуна	Напруга живлення, В	Опір обмоток, Ом	Крок, градусів	Тип
PF42-48E5	12	50	7.5	уніполярний
STH 39D1126	12	4.1	1.8	біполярний

Nippon Pulse Motor PF42-48E5 для поперечного переміщення – зовнішній вигляд крокового двигуна зображено на рис.2.5



Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд крокового двигуна PF42-48E5

STH 39D1126 – для поздовжнього переміщення. Цей двигун обрано з поміж інших через найбільш вдале кріплення на напрямних оскільки він поставляється разом з редуктором. Зовнішній вигляд крокового двигуна зображено на рис.2.5



Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд крокового двигуна STH 39D1126

Характеристики двигунів наведено у табл 2.1

Для електроприводу намоточного верстата використовувався двигун фірми SEWEURODRIVE серії DV112M4 / TF / VS / EV1S.

Параметри даного двигуна представлені в таблиці 2.2.

$P_{\text{ном}}=4,5$ кВт – номінальна потужність двигуна.

$N_{\text{ном}}=1420$ об/хв – номінальна швидкість двигуна.

Таблиця 2.2 – Параметри двигуна

Тип двигуна	P _n [кВт]	n _N [об/хв]	M _N [Н·м]	I _N 400V [А]	cosφ	η _{75%} , η _{100%} , [%]	I _A /I _N	M _A /M _N M _H /M _N	J _{Mot} [10 ⁻⁴ кг·м ²]	M _{Bmax} [Н·м]
DV112M4	4	1420	26,9	8,7	0,84	85,9 84,2	5,4	2,4 2,1	98 110	55

Номинальна кутова швидкість:

$$\omega_{\text{ном}} = \frac{2\pi n_{\text{ном}}}{60} = 148,7 \text{ рад/с}$$

$$M_{\text{дин}} = (J_{\text{д}} \cdot i^2 + J_{\text{р}} + J_{\text{и}}) \cdot \varepsilon,$$

где J_р – момент інерції редуктора, J_р ≈ J_д ≈ 98 кг·м²;

J_и – момент інерції виробу (оправки);

J_и=mR², де m=40 кг – маса циліндра, R=0.08 м – радіус середини стінки;

$$J_{\text{и}}=40 \cdot 0.08^2=0.256 \text{ кг·м}^2;$$

ε – кутове прискорення на валу двигуна.

Знайдемо ε:

$$\varepsilon = \frac{M_{\text{дин}}}{(J_{\text{д}} \cdot i^2 + J_{\text{р}} + J_{\text{и}})} = \frac{26.9}{98 \cdot 7.55^2 + 98 + 0.256} = 0.00473 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}.$$

Знайдемо інтервал розгону та гальмування T від номінальної до мінімальної швидкості обертання виробу для кута повороту валу виробу φ=63°.

$$T = \frac{2\varphi}{\omega_{\text{н}}} = \frac{2 \cdot 63}{148.7} = 0.85 \text{ с.}$$

де i_р=7,55 – передаточне число редуктора;

$$M_{\text{дин}}=M_{\text{н}}=26,9 \text{ Нм};$$

Для керування асинхронним двигуном, який проводить обертання оправки необхідно вибрати програмований перетворювач.

Було обрано перетворювач MOTODRIVEMDX60/61B

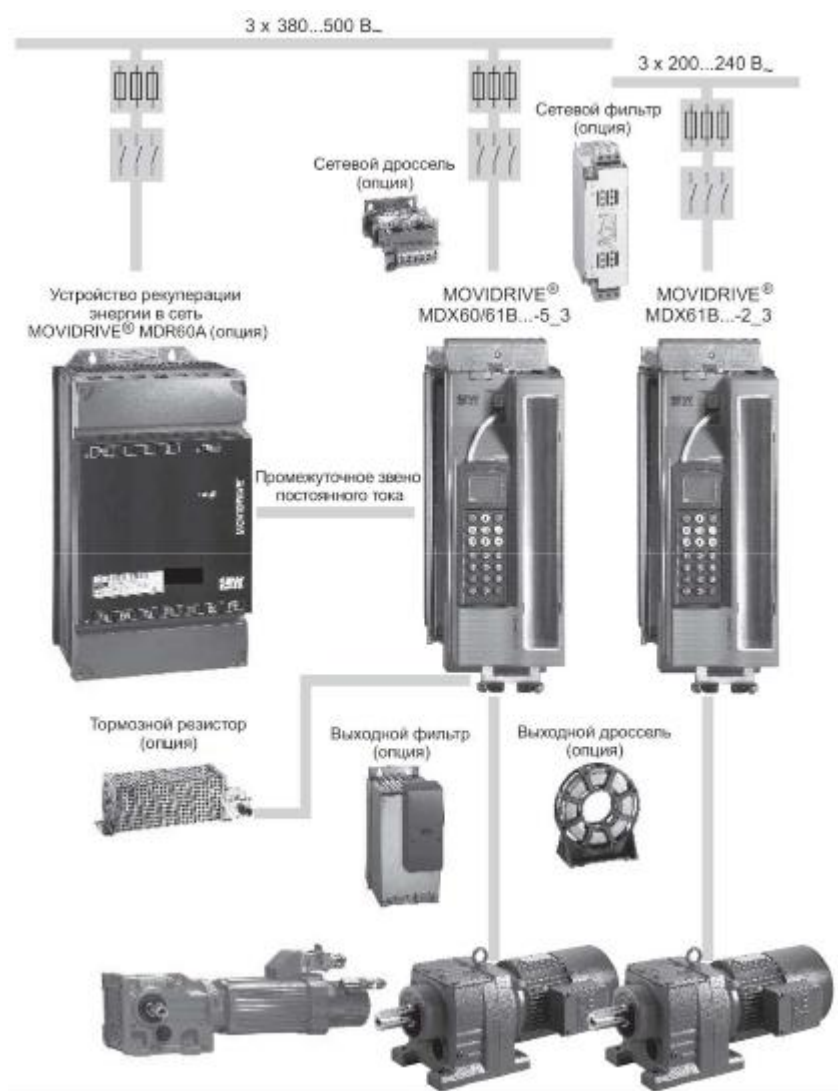


Рисунок 2.6 – Перетворювач MOVIDRIVE MDX60B/61B

Характеристики перетворювачів MOVIDRIVE MDX60B / 61B.

Широкий діапазон напруги:

- перетворювачі на 400/500 В працюють від мереж $3 \times 380 \dots 500 \text{ В} \sim$;
- перетворювачі на 230 В працюють від мереж $3 \times 200 \dots 240 \text{ В} \sim$.

Висока перевантажувальна здатність:

- типорозмір 0: 200% $I_{ном}$ не менше 60 с;
- типорозмір 1 ... 6: 150% $I_{ном}$ не менше 60 с;
- все типорозміри: 125% $I_{ном}$ в тривалому режимі без відключення по перевантаженню (насоси, вентилятори).

При тактовій частоті 4 кГц робота на $I_{ном}$ допускається при температурі навколишнього середовища до $\theta = 50^\circ \text{C}$.

Можливість роботи в 4-квadrантній режимі завдяки гальмівного переривач, встановленому як стандартне оснащення.

Компактна конструкція, що забезпечує мінімум займаної площі електрошкафи і оптимальне використання його обсягу.

Серійно вбудований мережевий фільтр (типорозміри 0, 1 і 2);

ЕМС (електромагнітна сумісність) по вхідному ланцюзі відповідає вимогам класу А без додаткових заходів.

8 ізольованих довічних входів і 6 довічних виходів (один з них релейний);

Ці входи / виходи програмовані.

1 вхід TF / TH / KTY для теплового захисту двигуна позистора або термоконтакт.

7-сегментний індикатор режимів роботи і статусу помилок.

Окремий вхід напруги 24 В = для харчування електронної частини перетворювача (параметрування, діагностика та збереження даних навіть без харчування від електромережі).

Знімні сигнальні клеми.

Знімні силові клеми на пристроях типорозміру 0 і 1.

Функції управління перетворювачів MOVIDRIVE MDX60B / 61B.

Алгоритм VFC або CFC для управління потокозчеплення ротора (з досягненням характеристик асинхронного сервоприводу).

IPOSplus®, серійно вбудована система позиціонування і автоматичного управління циклом роботи.

Вибір з 2 незалежних наборів параметрів для двох різних двигунів.

Автоматичне вимірювання параметрів двигуна.

Автоматичне управління гальмом двигуна від перетворювача.

Гальмування постійним струмом для зупинки приводу при 1-квadrантному режимі роботи.

Компенсація ковзання для високої статичної точності регулювання частоти обертання навіть для двигунів без датчика.

Функція захоплення для підключення перетворювача до працюючого двигуна.

Можливість використання в приводі підйомних пристроїв з усіма використовуваними типами двигунів.

Захист двигуна від перекидання завдяки плавному обмеження струму при регулюванні в діапазоні ослаблення поля.

Пропуск частотного вікна для роботи поза області резонансних частот приводу.

Обігрів двигуна для захисту від конденсації вологи всередині нього.

Можливість відновлення заводського налаштування всіх параметрів.

Блокування параметрів для захисту від їх зміни.

Регулювання частоти обертання за сигналами датчика при наявності пристроїв сполучення DEN11B (з енкодером) і DER11B (з резольвера); призначений для користувача інтерфейс зі зручною підтримкою налаштувань регулятора.

Функції повного захисту перетворювача і двигуна (від короткого замикання, перевантаження, підвищеного / зниженого напруги, низкоомного замикання на землю, перегріву перетворювача, перекидання двигуна, перегріву двигуна).

Контроль частоти обертання і контроль граничної потужності в руховому і генераторному режимах.

Програмований набір контрольних сигналів (частота обертання, струм, максимальний струм).

Пам'ять для відображення тимчасових діаграм через програму SCOPE для візуалізації процесу (4 канали, режим реального часу).

Пам'ять помилок (5 осередків пам'яті) з усіма робочими параметрами на момент виникнення несправності.

Лічильник часу включеного стану (живлення від мережі або 24 В =) і часу роботи (включений вихідний каскад).

Модульне додаткове обладнання для конфігурації пристроїв під конкретні завдання.

Єдині способи управління, параметрування і підключення для всього сімейства пристроїв MOVIDRIVE.

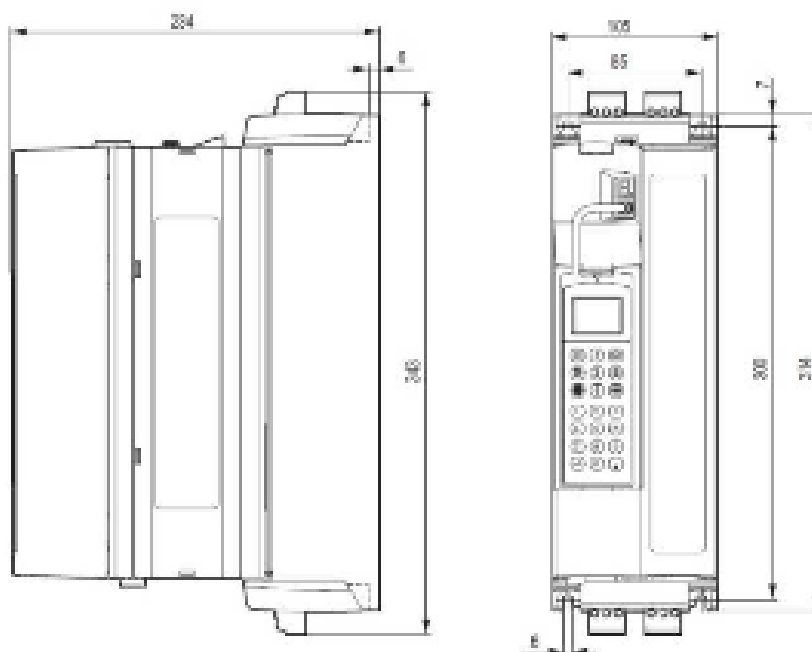


Рисунок 2.7 – Габарити MDX61B

3 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКІВ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ МОДУЛЯ

Розрахунок системи управління швидкістю електроприводу оправки намоточного верстата

Системи частотно-струмового управління.

При частотно-струмового управлінні АТ харчується від перетворювача частоти (ПЧТ), що працює в режимі джерела струму.

Подібний перетворювач може бути реалізований на основі автономного інвертора струму (рисунок 3.1), до складу якого входить керований випрямляч УВ, що забезпечує за рахунок негативного зворотного зв'язку по струму навантаж (датчик струму ДТ і регулятор струму РТ) спільно в фільтрує дроселем Др режим керованого джерела постійного струму, і інвертор струму ІТ, що виконує функцію формування необхідної частоти вихідного струму.

Реалізація ПЧТ можлива і на основі перетворювачів частоти з безпосереднім зв'язком НПЧ (рисунок 3.2), в яких для кожної з вентильних груп є внутрішній контур регулювання струму, а частота вихідного струму ПЧТ, як правило, астатичний, і параметри його ПІ - регулятора визначають так само, як і для ПІ - регулятора струму в ЕП постійного струму.

Відмінною особливістю ПЧТ є можливість двостороннього обміну енергією між живильною його мережею і двигуном з нереверсивним УВ за рахунок зміни напрямку протівоєдс інвертора і збереження напрямку в ньому випрямленого струму [11].

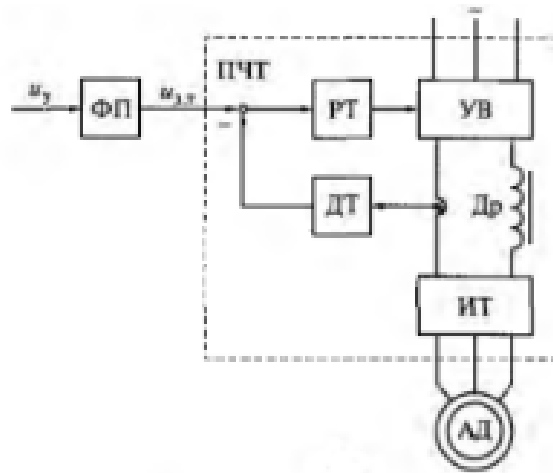


Рисунок 3.1 - Функціональна схема систем ПЧ-АД при живленні від джерел струму на основі автономного інвертора

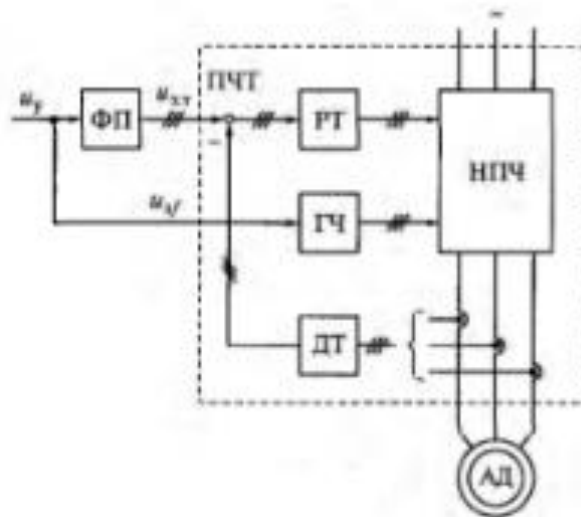


Рисунок 3.2 – Функціональна схема систем ПЧ-АД при живленні від джерел струму на основі перетворювача частоти з безпосереднім зв'язком

Управління двигуном здійснюється за допомогою сигналів завдання вихідного струму U_z т. і частоти $U_z f$ перетворювача ПЧТ.

Обидва сигнали, в свою чергу, залежать від загального сигналу управління u_y .

При харчуванні АД від джерела струму внаслідок розмагнічуючого дії струму ротора магнітний потік АТ помітно змінюється при зміні абсолютного ковзання.

Тому, для стабілізації магнітного потоку АД при зміні його навантаження в канал завдання струму ПЧТ вводиться функціональний перетворювач ФП, що визначає завдання струму статора I_1 в функції абсолютного ковзання s_a .

Залежність $I_1 = f(S_a)$ і пропорційна їй залежність $U_{з.т.} = \Phi(U_y)$ є нелінійними функціями (рисунок 3.3), які на робочих ділянках механічних характеристик АД умовно відповідають умові $74 \approx 9$.

Криві цих залежностей симетричні щодо осі струму (завдання струму), що визначається симетрією механічних характеристик АД в руховому і генераторному режимах його роботи.

Часто при технічній реалізації ФП користуються лінійною апроксимацією залежності $I_1 = f(S_a)$.

Тут значення $I_{1\max}$ і $U_{з.т.\max}$ визначають максимально допустимий струм статора і сигнал його завдання, а $I_{1\min}$ і $U_{з.т.\min}$ - струм холостого ходу АТ і сигнал його завдання.

Відомі позитивні властивості АД при його живленні від ПЧТ, такі як незалежність електромагнітного моменту АД від частоти і можливість при заданому струмі статора і абсолютному ковзанні, рівному критичному, забезпечити більший момент, ніж при харчуванні від джерела напруги, можуть бути реалізовані лише в замкнутій системі, контролюючої абсолютне ковзання і струм двигуна і в функції навантаження.

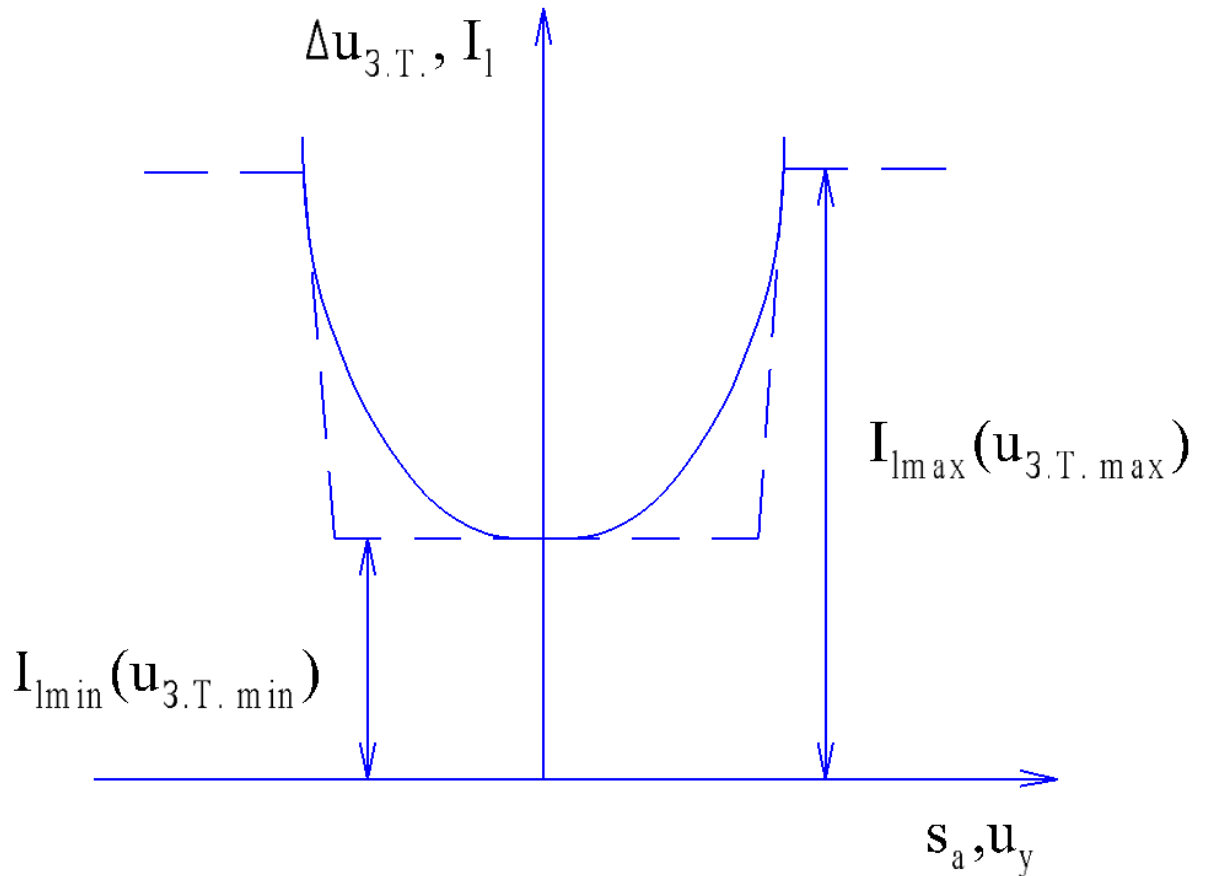


Рисунок 3.3 – Залежність струму статора від абсолютного ковзання АД

На малюнку 3.4 представлена функціональна схема подібної системи частотно-струмового управління АТ.

Джерело струму реалізований на основі керованого випрямляча УВ, струм навантаження I_n якого задається вихідною напругою $U_{рт}$ регулятора струму РТ, пропорційним різниці напруг $U_{з.т.}$ датчика струму ДТ.

Стабілізація швидкості АД забезпечується за рахунок регулятора швидкості РС, на вході якого порівнюються напруги завдання швидкості $U_{з.с.}$ і зворотного зв'язку $U_{о.с.}$ з виходу тахогенератора ТГ.

Особливість схеми в тому, що тут автоматично формуються сигнали, пропорційні абсолютному ковзанню і завданням синхронної швидкості АД [11].

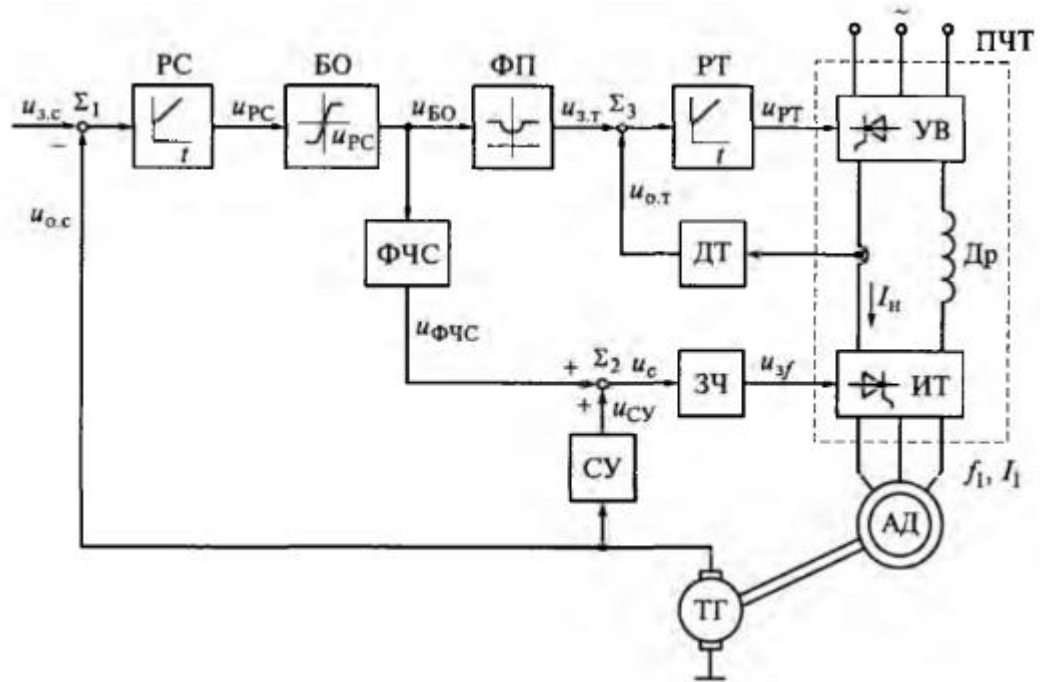


Рисунок 3.4 – Функціональна схема замкнутої системи ПЧ-АД з частотно-струмовим керуванням

Схема управління CFC по документації SEWEURODRIVE відповідає схемі частотно-струмового управління, представленої на малюнку 3.5.

Зробимо розрахунок системи управління швидкістю електроприводу опрацювання намоточного верстата відповідно до даної схеми.

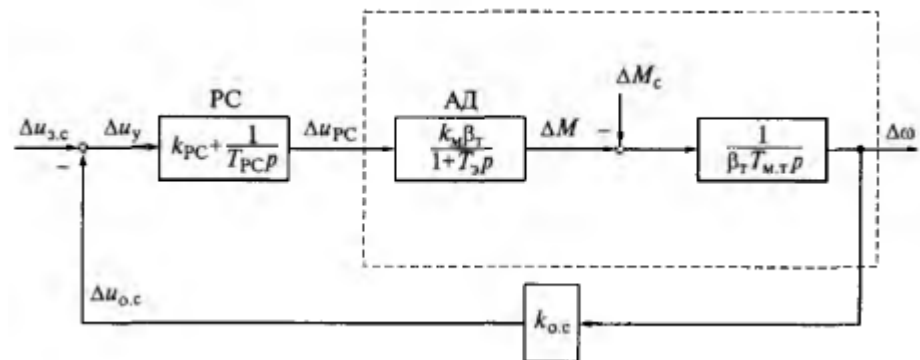


Рисунок 3.5 – Структурна схема системи ПЧ – АД с частотно – токовым управлінням

коэффициент регулятора скорости

$$k_{PC} = \frac{T_{MT}}{\alpha_{\mu} T_{\mu} k_M k_{oc}} = \frac{129,37}{4 \cdot 0,0142 \cdot 15,71 \cdot 0,0585} = 2478,3 ,$$

где:

- электромеханическая постоянная времени АД при питании от источника тока

$$T_{MT=\frac{J}{\beta_T}} = \frac{197,024}{1,523} = 129,37;$$

- жёсткость линейной характеристики

$$\beta_T = \frac{2M_{KT}}{\omega_{0ном} s_{KT}} = \frac{2 \cdot 53,8}{314 \cdot 0,225} = 1,523;$$

- эквивалентная электромагнитная постоянная времени

$$T_{эТ} = \frac{1}{\omega_{0эЛ.ном} s_{KT}} = \frac{1}{314 \cdot 0,225} = 0,0142.$$

$T_{\mu}=T_{эТ}$ если отнести постоянную $T_{эТ}$ к малой некомпенсированной постоянной времени, то при настройке ЭП на модульный оптимум, передаточная функция РС

$$W_{PC} = \frac{T_{MT}}{\alpha_{\mu} T_{\mu} k_M k_{oc}} = k_{PC} .$$

4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕСПЕЧЕННЯ

4.1 Розробка блок схем алгоритмів

Необхідність скорочення термінів розробки і впровадження систем управління, а також підвищення їх надійності вимагають від ПЗ функціональної повноти, достатньою для вирішення завдань управління деякого виду об'єктів управління; можливості необмеженого розширення і модифікації реалізованих функцій; високої гнучкості, що дозволяє простими засобами налаштовувати його на умови конкретного застосування; мати засоби настройки, розраховані на користувачів - непрограмістів; можливість проведення настройки системи одночасно з виконанням завдань; мати засоби для функціональної налагодження.

В основі програмної системи СКУ лежать 3 основні принципи: модульна побудова, що інтерпретує режим виконання завдань, уніфікація формату даних.

У модулях реалізовані типові завдання обробки інформації з метою управління.

Це дозволяє звести створення ПО конкретної системи управління до організації необхідних інформаційних зв'язків між модулями і до параметричної та алгоритмічної їх налаштування.

При цьому можна розширювати функціональні можливості системи шляхом введення додаткових модулів, що є вирішальним для отримання її функціональної повноти.

Принципи інтерпретації виявляються в тому, що завдання реалізовані у вигляді сукупності програм двох видів: інтерпретаторів і описателів настройки.

Інтерпретатори виконують функції обробки інформації, описатели налаштовують їх на умови вирішення конкретного завдання.

Використання цього принципу дає можливість простими засобами модифікувати систему управління, а також забезпечує зниження обсягів пам'яті, займаної ПО.

В системі використовуються дані чотирьох форматів: однобайтним, однобітний, двухбайтне і трёхбайтний.

Перші два використовуються для кодування логічних змінних і констант, двухбайтне - для кодування цілочисельних даних.

У трёхбайтним форматі представляються речові числа.

Основною функціональною одиницею системи є завдання.

Однотипні завдання мають різні описатели, але обслуговуються вони загальним інтерпретатором.

У кожному завданні обробляється своя група даних.

До функціональних завдань першої версії системи відносяться:

- введення дискретних сигналів;
- введення аналогових сигналів з групи АЦП;
- висновок дискретних сигналів; висновок аналогових сигналів з відтворенням різних функціональних залежностей вихідного сигналу від вхідних даних;
- висновок дискретних імпульсних сигналів для управління виконавчими механізмами з пам'яттю, обчислення потенційного регулюючого впливу по ПІД закону з ненаголошених включенням;
- обчислення дискретного регулюючого впливу по двохпозиційного закону з попередженням;
- програмно-логічне керування за алгоритмом, заданим на спеціалізованій мові, математичні обчислення, задані за алгоритмом на спеціалізованій мові;
- реалізація альтернативного порядку передачі однакових продуктів їх групи однотипних агрегатів в транспортну магістраль або зворотної передачі при ПЛУ агрегатами;

- реалізація диз'юнктивного або кон'юнктивного порядку передачі однакових продуктів з групи однотипних агрегатів в транспортну магістраль або зворотної передачі при ПЛУ агрегатами;
- реалізація кворумного порядку передачі однакових продуктів з групи однотипних агрегатів в транспортну магістраль або зворотної передачі ПЛУ агрегатами;
- реалізація альтернативного порядку передачі різних продуктів через транспортну магістраль при ПЛУ агрегатами;
- відтворення функціональних залежностей змінної від змінної, заданих таблично, з лінійною інтерполяцією;
- відтворення функціональної залежності, змінної від часу, заданої таблично, з лінійною інтерполяцією;
- реалізація симетричних логічних функцій багатьох змінних (диз'юнкція, кон'юнкція, нерівнозначності, в т.ч. і з інверсією значення функції);
- пересилання даних з однієї області пам'яті в іншу;
- циклічна пересилання даних з звичайного ОЗУ в незалежне і зворотна одноразова пересилання при перезапуску системи управління після порушення енергопостачання;
- селективного змінних;
- циклічне тестування ПЗУ і ППЗУ методом підрахунку і порівняння контрольних сум і ОЗУ методом контрольної запису і читання без руйнування інформації.

4.2 Написання і налагодження тексту програми керуючого мікроконтролера

Мова завдання ПЛУ дозволяє описувати послідовне багатоопераційної управління технологічними об'єктами.

Мова завдання обчислень за алгоритмом описує алгоритми обчислень у вигляді традиційних математичних виразів.

Він включає в себе арифметичні операції перетворення форматів даних, функції, допускає дужкову запис.

Диспетчери і інтерпретатори завдань мають вбудовані засоби самодіагностування, зафіксовані порушення записуються в масиви порушень.

Генерація і настройка СКУ конкретної модифікації системи управління реалізується через спеціальні програми, що працюють в діалоговому режимі із застосуванням відеотермінала.

Ці програми дозволяють відображати і вводити в зручному для сприйняття вигляді всі параметри настройки завдань.

Підсистема генерації виконується виконується на спеціалізованому резидентном комплексі на базі КТС Ліусом-2.

Обмін інформацією між резидентними і керуючими комплексами може здійснюватися як за допомогою носіїв, так і оперативно через канал зв'язку.

Відображення і реєстрація технологічної інформації, а також введення директив оперативного персоналу організовується окремою системою програм СЧМІ, інформаційно спільно з СКУ.

Для надання інформації оператору на відеомоніторі використана ієрархічна структура взаємозв'язку відеопрограм.

При цьому граф зв'язку має деревовидної структурою, в вершині якої розташована найбільш загальна відеограма.

При русі по ребрах графа інформація, що розташовується на відеопрограммах нижчого рівня, деталізується.

Для конкретних додатків виявилось достатнім мати три-чотири рівні ієрархії.

На першому рівні розташовується сигнальна відеограма, на якій відображається сигнал порушень на об'єкті і порушень в системі.

На другому рівні розташовується відеограми каталогу, що містить список всіх інших відеограм, а також агрегатів, керованих даної МПС.

При виникненні найменування несправних агрегату чи групи агрегатів світяться інверсно і мерехтять.

На нижньому рівні ієрархії знаходиться таблиці параметрів агрегатів, графіки, мнемосхеми і інженерний кадр, доступний за спеціальним кодом.

Для реалізації функцій управління СЧМІ виклик відеограм; введення цифрових даних (коефіцієнт регуляторів, зміна коефіцієнтів моделей і т.п.); введення директив (перемикання режимів роботи, вплив на дискретні виконавчі механізми і т.п.).

Ці можливості реалізуються відповідної клавіатурою, що має п'ять груп клавіш; управління курсором; командні клавіші управління введенням - висновком; цифрові; управління кадром; перекладу на ручний режим.

Програмне забезпечення СЧМІ побудовано за ієрархічним модульним принципом.

На верхньому рівні ієрархії функціонують програми, що реалізують ініціалізацію і запуск системи; організацію роботи в реальному часі, після натискання клавіш у фоновому режимі.

На середньому рівні управління виконується: стеження за сигналами несправностей і порушень, які надходять від СКУ, обробка сигналів, що задаються натисканням клавіш, висновок відеограм з динамічним оновленням інформації, контроль несправності дій оператора.

На нижньому рівні виконуються функції стандартних перетворень інформації і виведення повідомлень про неправильні дії оператора.

Реалізація функцій забезпечується наступними групами програм:

висновок статички відеограм, висновок динаміки відеограм, стеження, обробка сигналів клавіш і переривань [10].

4.3 Написання програми коригування параметрів роботи верстата

Головною вимогою до програмного інтерфейсу є те, що він повинен полегшити роботу оператора по створенню технологій намотування і виключити написання УП.

Програмний інтерфейс повинен забезпечити візуальне введення даних по руху верстата.

Створення графічних інтерфейсів користувача на комп'ютері було великим досягненням в напрямі розвитку засобів диспетчерського управління.

Головним ефектом від застосування графічного інтерфейсу є істотне зниження кількості помилок, що допускаються оператором (диспетчером) в стресових ситуаціях при управлінні виробничими процесами.

Проектування користувацького інтерфейсу засноване на наступних принципах: °узнаваність: призначення елементів екрану має бути зрозуміло без попереднього навчання, допустимі маніпуляції з цими елементами також повинні бути зрозумілі інтуїтивно.

Інтерфейс не повинен містити зайвої деталізації; °логічність: користувач, який має досвід роботи з однією програмою, повинен бути здатний швидко, практично без навчання, адаптуватися до будь-якої аналогічної програмою; °отсутствие "сюрпризів": знайомі з минулого досвіду операції з елементами на екрані повинні викликати знайомі реакції системи;

восстанавливаемость:

система не повинна бути чутлива до помилок оператора.

Оператор повинен мати можливість скасувати будь-яке своє неправильне дію.

Для цього використовуються багаторазові підтвердження, скасування, повернення на кілька кроків назад, установка контрольних точок і т.п .; наявність зручної довідки, підказок, вбудованих в призначений для користувача інтерфейс, засобів контекстного пошуку і заміни; адаптація до

досвіду користувача: починаючий користувач повинен мати більш простий інтерфейс з великою кількістю підказок.

Для досвідченого користувача кількість підказок повинно бути зменшено, оскільки вони заважають в роботі [20].

Програмний інтерфейс повинен мати такі властивості, як полегшення роботи оператора, впізнаваність, адаптація до досвіду користувача.

В ході виконання ВКР був розроблений програмний інтерфейс, що задовольняє всім цим вимогам.

Розглянемо опис інтерфейсу на прикладі однієї з керуючих програм для спіральної намотки.

Процес розробки УП полягатиме в створенні шаблону, в який слід підставити отримані при розрахунках дані.

Наприклад, шаблон може бути виду, представленого нижче.

У «» вказані підставляються розрахункові дані.

%15

N 10 G91 G4 X 20.0 ; 20.0 – путь для начального разгона ведущей оси

%15

N 10 G91 G4 X 20.0 ; 20.0 - путь для начального разгона ведущей оси

N 11 H 8 R «nc»

N 20 S «Vn0» A 90.0 B 90.0 X «X0 3»

N 21 X «b0»

N 30 B «A» X «l0–2b0»

N 40 X «b0»

N 50 B 90.0 X «X0 3»

N 55 X «b0»

N 70 B «π–A» X «l0–2b0»

N 80 X «b0»

N 12 H 8 E

N 90 M2

У наведеному прикладі розрахунку УП в якості відправки використовується балон циліндричної форми. Довжина циліндричної частини 570 мм; діаметр циліндричної частини 160 мм; ширина склепінь 60 мм; діаметр полюсних отворів 40 мм; виступи полюсних отворів 25 мм.

Приклад розрахунку:

1. Наведена довжина виробу $l = 570 + 2 \cdot 60 + 2 \cdot 25 + 2 \cdot 10 = 760$ мм; діаметр виробу $D = 160$ мм; діаметр полюсних отворів $d = 40$ мм; довжина склепінь $b = 60$ мм; довжина полюсних штуцерів - 25 мм; запас на натяг стрічки (по обидва боки відправки) - 10 мм; ширина стрічки 6 мм.

2. Кут укладання намотуваного матеріалу при числі витків $m' = 5$; ширині стрічки $w = 6$ мм; куті затримки намотування $X_{03} = 150^\circ$ складе:

$$\begin{aligned} A &= \text{Arctg} \left[\frac{\pi D}{2l} \left(1 + \frac{1}{m' + \frac{w}{\pi D}} - \frac{X_{03}}{180} \right) \right] = \\ &= \text{Arctg} \left[\frac{3.14 \cdot 160}{2 \cdot 760} \left(1 + \frac{1}{5 + \frac{6}{3.14 \cdot 160}} - \frac{150}{180} \right) \right] = \\ &= \text{Arctg} 0.331 \cdot \left(0.17 + \frac{1}{5 + 0.012} \right) = \text{Arctg} (0.331 \cdot 0.369) = \text{Arctg} 0.112 \approx \\ &\approx 7.0^\circ. \end{aligned}$$

$$A > A_{\min} = \text{Arctg} \frac{40}{760} = \text{Arctg} 0.053 = 3.0^\circ.$$

3. Число циклів в слої:

$$n_c = m' \cdot \frac{\pi d}{2w} \cos A = 5 \cdot \frac{3.14 \cdot 160}{2 \cdot 6} \cos 7.0 = 5 \cdot 41.9 \cdot 0.99 \approx 210.$$

4. Для готового шаблону керуючої програми значення b_0 , $l_0 - 2b_0$, $V_{\text{мо}}$ складуть:

$$b_0 = b \frac{360}{\pi D} \cdot 2 \cdot \tan A = 60 \frac{360 \cdot 2}{3.14 \cdot 160} \tan 7.0 = 86 \cdot 0.122 = 10.5^\circ;$$

$$V_n = \frac{\omega_n}{2\pi} S = \frac{125.7 \cdot 25}{2 \cdot 3.14} = 500 \frac{\text{мм}}{\text{с}} \text{ при } J \approx J_{\text{пр}};$$

$$J = m \frac{v_n^2}{\omega_n^2} = 50 \cdot \frac{0.25}{125.7 \cdot 125.7} = 1.28 \text{ кг} \cdot \text{м}^2; \quad \varepsilon_n = \frac{M_n}{J} = \frac{2.7}{7.9 \cdot 10^{-4}} 3413 \text{ с}^{-2};$$

$$a_n = \varepsilon_n \frac{v_n^2}{\omega_n^2} = \frac{3413 \cdot 0.5}{125.7} = 13.576 \text{ м/с}^2.$$

Це ж слідує і з виразу:

$$a_n = \frac{M_n}{m} \frac{2\pi}{s}.$$

$$V_m \leq \sqrt{2a_nb} = \sqrt{2 \cdot 13.576 \cdot 0.060} = 1.28 \frac{\text{м}}{\text{с}} > V_n = 0.5 \frac{\text{м}}{\text{с}},$$

значить, двигун узгоджений по потужності з геометрією даного виробу.

$$V_{n0} = V_n \frac{360}{\pi D} \cdot 2 \cdot \tan A = \frac{0.5 \cdot 360 \cdot 2}{3.14 \cdot 0.16} \cdot \tan 7.0 = 716 \cdot 0.123 = 88.07 \text{ град/с};$$

$$l_0 - 2b_0 = (1 - 2b) \frac{360}{\pi D} \cdot \tan A = 0.64 \cdot \frac{360}{3.14 \cdot 0.16} \cdot \tan 7.0 = 56.4 \text{ град}.$$

5. Спроектowana керуюча програма має вигляд:

%15

N 10 G91 G4 X 20.0

N 11 H 8 R 42

N 20 S 88.07 A 90.0 B 90.0 X 150

N 21 X 10.5

N 30 B 7.0 X 56.4

N 40 X 10.5

N 50 B 90.0 X 150

N 55 X 10.5

N 70 B 173.0 X 56.4

N 80 X 10.5

N 12 H 8 E

N 90 M2

В інтерфейсі видно елементи TrackBar, так звані «повзунки», які являють собою елемент управління, що дозволяє користувачеві зробити вибір з діапазону значень, пересуваючи елемент контролю Thumb уздовж Track. (Завдання швидкості руху кареток; завдання числа витків в шарі; завдання кута A; швидкохідний швидкість руху оправлення; тихохідна швидкість руху оправлення).

Також ми бачимо RadioButton або «кнопка - перемикач», яка дозволяє користувачеві вибрати єдиний варіант з групи доступних, коду використовується разом з іншими RadioButton елементів управління. (Перемикання Швидкості 1 і Швидкості 2).

Елемент Button або «кнопка» використовується для перевірки правильності введених даних, розрахунку керуючої програми, скидання всіх введених даних.

Елемент TextBox служать для введення даних з клавіатури, а також через TrackBar, службовців для розрахунку керуючої програми.

Рисунок 4.1 – Программный интерфейс (введения параметров)

Вывод рассчитываемых параметров управляющей программы	
Число циклов в слое	nc
Номинальная скорость движения каретки	Vn0
Угол задержки	X0з
Ход каретки вдоль цилиндрической части изделия	10-2b0
Путь торможения/разгона каретки	b0
π -A	π -A

Рисунок 4.2 – Программный интерфейс (керування записом в перетворювач)

Розглянемо більш детально кожен елемент інтерфейсу УП.

TrackBar «Завдання швидкості руху каретки» дозволить задавати і регулювати швидкості каретки в діапазоні від 0 до 500 мм / с для Швидкості 1 і Швидкості 2, значення яких будуть відображатися в поле TextBox, розташованого поруч зі слайдером.

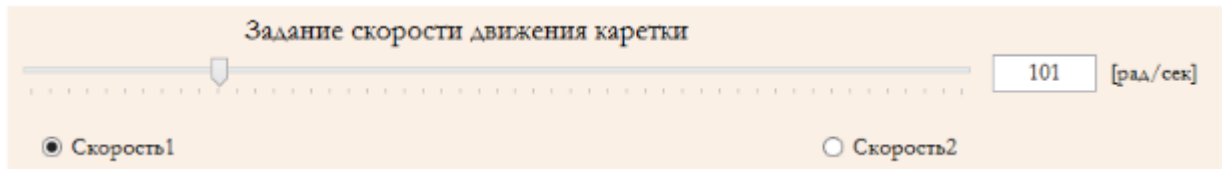


Рисунок 4.3 – Завдання швидкості руху каретки

Щоб значення, задане в TrackBar відображалось в поле TextBox, необхідно, щоб при зміні положення повзунка слайдера, текстового поля присвоювалося значення величини, заданої повзунком.

```
private void trackBar1_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    textBox8.Text = trackBar1.Value.ToString();
}
```

Рисунок 4.4 – Висновок значення TrackBar через TextBox

Далі йдуть елементи Label, службовці для позначення параметрів, що вводяться в поля елементів TextBox, розташованих поруч, і одиниць їх вимірювання.

У них задаються: довжина циліндричної частини, довжина склепінь, довжина полюсних штуцерів, діаметр циліндричної частини опрацювання, абсолютна швидкість, номінальна швидкість обертання валу.

Длина цилиндрической части	570	[мм]
Длина сводов	60	[мм]
Длина полюсных штуцеров	25	[мм]
Диаметр цилиндрической части оправки	160	[мм]
Ширина ленты	6	[мм]
Абсолютная скорость		[рад/сек]
Номинальная скорость вращения вала двигателя	148,70	[рад/сек]

Рисунок 4.5 – Введення геометричних даних і завдання швидкості

Для того щоб символи, введені в поле TextBox, сприймалися як присвоєне значення змінної, поле представляється у вигляді рядка, потім, введені значення перетворяться в число при події зміни тексту в поле

```
private void textBox1_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    s = textBox1.Text;
    Dci = Convert.ToDouble(s);
}
```

Рисунок 4.6 - Присвоєння значення змінної через Textbox

Потім йде TrackBar, що задає число витків в шарі. Діапазон регулювання від 0 до 100 витків

Задание числа витков в слое

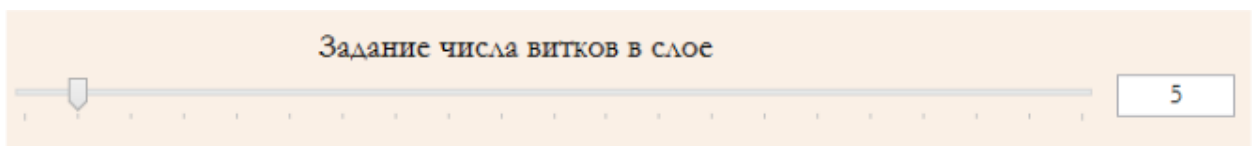


Рисунок 4.7 - Завдання числа витків в шарі

За ним йде TrackBar, службовець для завдання і регулювання значення кута A . Діапазон регулювання від 0° до 60°



Рисунок 4.8 – Завдання кута A

Далі йдуть елементи для завдання і регулювання швидкохідної і тихохідної швидкостей руху оправлення.

Діапазон регулювання кожного слайдера від 0 до 360 град / сек

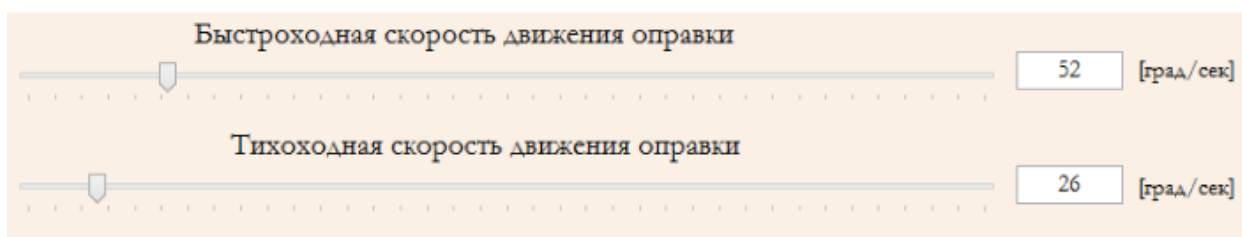


Рисунок 4.9 – Швидкохідна і тихохідна швидкості руху оправки

Внизу інтерфейсу розташовуються кнопки, призначені для перевірки введених даних, скидання введених даних і запуску розрахунку керуючої програми.

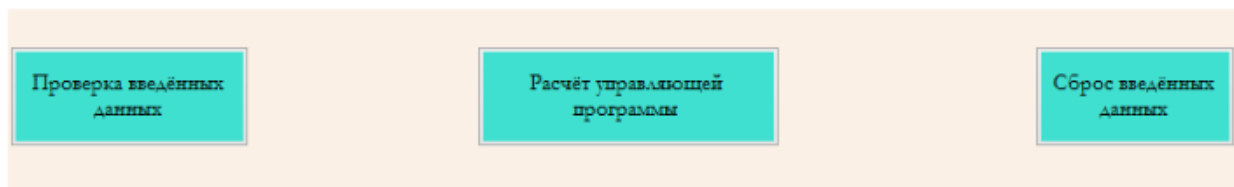


Рисунок 4.10 – Кнопки перевірки введених даних, скидання введених даних і запуску розрахунку УП

При натисканні на кнопку «Розрахунок керуючої програми», проводиться розрахунок по заданих всередині програми даними і

формулами, а також при цьому відразу ж виводяться значення розрахованих параметрів на екран внизу вікна інтерфейсу УП.

```
private void button10_Click(object sender, EventArgs e)
```

```
nc=nstr*((Math.PI*
```

```
private void button10_Click(object sender, EventArgs e)
{
    //расчёт числа циклов в слое
    nc = nstr * ((Math.PI * Dci) / (2 * w1)) * Math.Cos(An * Math.PI / 180);
    label6.Text = Convert.ToString(nc);
    //расчёт номинальной скорости движения каретки
    vn = (wnom / (2 * Math.PI)) * sv;
    vn0 = vn/1000 * (360 / (Math.PI * Dci/1000)) * 2 * Math.Tan(An * Math.PI / 180);
    label10.Text = Convert.ToString(vn0);
    //расчёт угла задержки
    m = nstr + (w1 / (Math.PI * Dci * (Math.Cos(An * Math.PI / 180))));
    lpr = lci + 2 * b + 2 * lpotv + 2 * lzap;
    p = m - 1;
    X0z = 180 * (1 + (p / (nstr + w1 / (Math.PI * Dci * Math.Cos(An * Math.PI / 180))))) - lpr * (360 / (Math.PI * Dci)) * Math.Tan(An * Math.PI / 180);
    label29.Text = Convert.ToString(X0z);
    //расчёт хода каретки вдоль цилиндрической части изделия
    l2b = (lpr - 2 * b) * (360 / (Math.PI * Dci)) * Math.Tan(An * Math.PI / 180);
    label31.Text = Convert.ToString(l2b);
    //расчёт пути торможения/разгона каретки
    b0 = b * (360 / (Math.PI * Dci)) * 2 * Math.Tan(An * Math.PI / 180);
    label33.Text = Convert.ToString(b0);
    //расчёт π-А
    ugol = 180 - An;
    label35.Text = Convert.ToString(ugol);
}
```

Рисунок 4.11 – Код расчёта УП и вывода параметров на экран

Вывод рассчитываемых параметров управляющей программы		
Число циклов в слое	nc	206,257653470762
Номинальная скорость движения каретки	Vn0	149,435066424808
Угол задержки	X0з	228,110536261595
Ход каретки вдоль цилиндрической части изделия	ю-2b0	80,8223344710378
Путь торможения/разгона каретки	b0	15,1541877133196
π-А	π-А	170

Рисунок 4.12 – Вивід розраховуються параметрів УП на екран

Таким чином, за заданим шаблоном всередині програми, проводиться розрахунок параметрів для УП без генерації коду

5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДП

5.1 Выбор объекта для сравнения и оценка технико-экономического уровня нового прибора

Ни одно техническое решение не может быть принято без обоснования экономической целесообразности его разработки. В рыночных экономических отношениях именно экономической эффективности отдается приоритет.

Эффективность и качество конструкции электронных изделий характеризуется системой показателей. Одним из важнейших показателей является технологичность конструкции, под которой понимается совокупность свойств конструкции изделия, обеспечивающая оптимизацию затрат при производстве, эксплуатации, ремонте с учетом заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Целью данного дипломного проекта была разработка модуля управления станком по намотке изолирующей ленты на тару большой вместимости для питьевых напитков. При модернизации схемы была произведена замена некоторых элементов элементной базы, что привело к улучшению технологичности (за счет упрощения конфигурации платы), уменьшение размеров платы и габаритов прибора в целом а также уменьшения количества электрорадиоэлементов путем внедрения микроконтроллера. Следовательно изменилась себестоимость прибора. Поэтому есть смысл просчитать экономический эффект от производства нового прибора по сравнению с базовым прибором (модуль управления для станка ЧПУ радиально-перекрестной намотки модели РПН-250Ф3).

Чтобы организовать производство РЭА на высоком качественном уровне при минимальных затратах времени и средств, необходимо комплексное решение экономических и организационных задач, ускоренная реализация научных открытий и разработок, рациональное использование

производственных фондов, материальных, трудовых и финансовых ресурсов, усиление режима экономии и устранения потерь в производстве.

Процесс создания разрабатываемой конструкции требует рассмотрения решения целого ряда организационно-технических, планово-экономических и других задач.

Важным моментом при проведении сравнительного анализа является установление технического уровня проектируемого прибора. Технический уровень целесообразно оценивать с помощью коэффициента технологического уровня, рассчитываемого балльным методом по основным технологическим параметрам. Логическим путем устанавливается степень важности технического параметра. Более высокий уровень технического параметра оценивается единицей, менее высокий путем расчетов баллов по формуле (5.1)

$$Q_1 = \frac{B_i}{B_{\max}} \quad (5.1)$$

где B_i – единичный (чистый) показатель качества;

$B_{\max}$ – максимальное значение технического параметра.

Результаты оценки технического уровня прибора занесены в таблицу 5.1.

Таблица 5.1– Оценка технического уровня прибора

Наименование	Проектируемый		Базовый	
		баллы		баллы
1. Надежность	10500	1	7500	0,69
- длина	55	1	70	0,85
- Масса, час	2,5	1	3	0,75
Коэффициент стандартизации	0,75	0,93	0,8	1,0
Срок службы	15	1	10	0,70
Итого сумма баллов	-	4,93	-	3,99

Тогда коэффициент технологического уровня проектируемого изделия определяем по формуле

$$K_{my} = \frac{Q_{\Sigma}^n}{Q_{\Sigma}^{an}} \quad (5.2)$$

где Q_{Σ}^n и Q_{Σ}^{an} - суммарная балльная оценка технического уровня проектируемого БКУ и аналога.

$$K_{my} = 4,93/3,99 = 1,235$$

5.2 Расчет затрат на разработку, производство и эксплуатацию нового прибора

5.2.1 Расчет затрат на исследование, разработку и проектирование

Техническую подготовку производства подразделяют на конструкторскую, технологическую и организационную подготовку производства.

Конструкторская подготовка производства РЭА представляет собой комплекс организационно-экономических и технических мероприятий по проектированию новой или улучшению существующей аппаратуры. Для ускорения внедрения в производство новых приборов, для предотвращения морального старения в процессе проектирования и испытания, конструкторская подготовка должна быть проведена в сжатые сроки при высоком качестве конструкторских решений.

Качество конструкторской разработки в значительной степени влияет на все последующие этапы технической подготовки производства, а также на эффективность самого производственного процесса.

Анализ основных этапов по разработке прибора позволяет составить линейный график выполнения работ. Линейный график выполнения работ

показан в таблице 6.4. Основными достоинствами такого графика являются сокращение длительности разработки проекта, что позволяет сэкономить время и сократить затраты, наглядность, масштабное отражение длительности отдельных работ и всего комплекса.

Все расходы на выполнение работ по технической подготовке производства определяют, составляя смету затрат. В статью затраты на материалы включается стоимость основных и вспомогательных материалов, необходимых для разработки проекта. Цена каждого материала определяется по прейскурантам. За период разработки блока сотрудниками были использованы следующие материалы (таблица 5.2).

Затраты на материалы рассчитываем по формуле:

$$M_0 = (1 + K_{м.з.}) \cdot \sum_{i=1}^n (C_i \cdot N_i - C_{i0} \cdot N_{i0}), \quad (5.3)$$

где M – затраты на материалы, покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия, грн.;

C_i – цена i -го наименования материала, полуфабриката и комплектующего;

N_i – необходимость в i -том материале, полуфабрикате и комплектующем;

$K_{м.з.}$ – коэффициент, который учитывает транспортно-заготовительные расходы;

C_{i0} – цена отходов i -го наименования материала, который возвращается, грн.;

N_{i0} – количество отходов i -го наименования материала, который возвращается, грн.;

n – количество наименований материалов, полуфабрикатов и комплектующих.

В нашем случае $C_{i0} = 0$, $N_{i0} = 0$, $K_{т.з.} = 0,15$.

Таблица 5.2 – Материалы для выполнения конструкторских работ

Наименование		Стоимость, грн.	Количество	Затраты, грн.
Бумага	A1	8,00	8	64,00
	A4	70,00	1	70,00
DVD-RW диск		8,00	2	16,00
Тонер для заправки картриджей, Samsung ML-2015, 50г		78,00	1	78,00
Всего		-	-	228,00

Таким образом, затраты на материалы будут составлять:

$$M = (1+0,15) * (64+70+16+78) = 262,2 \text{ грн.}$$

Основная заработная плата инженера-конструктора I категории определяется из расчета, что оплата в месяц согласно штатного расписания составляет 4500 грн., тогда дневной заработок составит 214,29 грн. Продолжительность этапов конструирования составляет 46 дней. Тогда основная заработная плата инженера-конструктора I категории равна:

$$З_{осн.} = 46 * 214,29 = 9857,14 \text{ грн.}$$

Размер дополнительной заработной платы составляет 12 % от суммы основной заработной платы

$$З_{доп.} = 0,12 * 9857,14 = 1182,86 \text{ грн.}$$

Отчисление на социальное страхование составляет 22 % от суммы основной заработной платы и дополнительной.

$$О_{сс} = 0,22 * (9857,14 + 1182,86) = 2428,80 \text{ грн.}$$

Накладные расходы принимают укрупненными, в размере 100 % от суммы основной заработной платы. Результаты расчетов сведем в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Смета затрат на техническую подготовку

Наименование	Сумма, грн.	Удельный вес, %
1. Материалы	228,00	0,93
2. Основная заработная плата	9857,14	40,17
3. Дополнительная заработная плата	1182,86	4,82
4. Отчисления на социальное страхование, 22 %	2428,80	9,90
5. Амортизационные расходы на технологическое оборудование	985,71	4,02
6. Накладные расходы	9857,14	40,17
И Т О Г О	24539,65	100,00

Наименование	Сентябрь				Октябрь														
	27	28		30	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	19
1. Анализ схемы электрической принципиальной																			
2. Анализ технического задания																			
3. Выбор направления проектирования																			
4. Размещение и трассировка печатной платы формирования																			
5. Проведение расчетов																			

5.2.2 Расчет себестоимости устройства

Себестоимость включает в себя все затраты на производство данного устройства. При расчете может быть использован метод прямого расчета каждой калькуляционной статьи себестоимости и метод укрупненного расчета стоимости опытного образца проектируемого устройства.

Расчет себестоимости ведется по всем статьям калькуляции себестоимости изделия. На заводе применены следующие статьи: сырье и основные материалы; покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты; основная и дополнительная зарплата; отчисление на социальное страхование; расходы на возмещение износа специального инструмента ; цеховые затраты; прочие производственные расходы; административно-управленческие расходы и расходы на сбыт; внепроизводственные расходы; оптовая цена; налог на добавленную стоимость; отпускная цена.

Затраты на сырье и материалы приведены в таблице 5.5. На основании перечня покупных комплектующих изделий составляем таблицу 5.6. Все цены на электрорадиоэлементы взяты из классификаторов и прейскурантов .

Таблица 5.5 – Затраты на сырье и материалы

Наименование	Единица измер.	Норма расхода	Затраты на един. прод., грн.
Круг В-32	кг	0,14307	0,1269
Цветные металлы, сплавы литейные	кг	1,37	13,7685
Припой ПОС-61	кг	0,04548	19,823
Сырье и компоненты к литейным сплавам	кг	0,00114	0,0137
Латунный прокат	кг	0,0024	0,012
Кабельные изделия, электроизоляция	-	-	0,5723
Химикаты, лакокраски	-	-	3,4536
И Т О Г О, грн.			37,77
Транспортно-заготовительные расходы, 4 %			1,51
В С Е Г О, грн.			39,28

Таблица 5.6 – Расходы на покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты

Наименование	Количество, шт.	Цена одной ед., грн.	Сумма, грн.
Резисторы			
C2-23-0,125-33кОм	6	0,20	1,20
C2-23-0,125-10кОм	4	0,25	1,00
C2-23-0,125-1кОм	8	0,25	2,00
C2-23-0,125-1,330Ом	12	0,25	3,00
Итого по группе резисторы			7,20
Конденсаторы			
K10-17Б-Н90-33нФ	8	1,40	11,20
K50-20-6,3В - 10мкФ	2	1,00	2,00
Итого по группе конденсаторы			13,20
Диод 2Д522Б	5	0,30	1,50
Сканер отпечатков GT-511C3	1	28,00	28,00
Микроконтроллер HT32F2755	1	19,00	19,00
Транзистор 2Т3130А9	2	0,80	1,60
Итого по п/п			50,10
Радиокомпоненты			
Дроссель	1	0,56	0,56

Вилка	1	2,50	2,50
Разъем	1	3,20	3,20
И Т О Г О, грн.			76,76
Транспортно-заготовительные расходы, 4 %			3,07
В С Е Г О, грн.			79,83

К статье «Основная заработная плата» относится только прямой фонд заработной платы и доплаты по премиальной системе оплаты труда. Расчет заработной платы сведен в табл.5.7

Таблица 5.7 - Расчет основной заработной платы производственных рабочих по видам работ, на 25 деталей

Вид работ	t_i , нормо-ч	Почасовая тарифная ставка I разряда, I_z грн	K_{cp}	Почасовая ставка ср- тариф. разр. C_i , грн	Итоговая сумма основной зарплаты, грн.
Монтажные 3р	4	30,00	0,3	9,00	36,00
Монтажные 5р	5	30,00	0,5	15,00	75,00
Монтажные 4р	7	30,00	0,4	12,00	84,00
Всего прямой фонд зарплаты	-	-	-	-	195,00
Премии (30-40% от прямого фонда)	-	-	-	-	68,25
Всего основной фонд заработной платы	-	-	-	-	263,25

Таким образом, основная заработная плата рабочих равна 263,25 грн.

Дополнительная заработная плата определяется как 30% от основной зарплаты:

$$P_{з.д.} = 30\% * P_{з.о.} \quad (5.4)$$

$$P_{з.д.} = 30\% * 263,25 = 78,98 \text{ грн.}$$

Отчисления на социальное страхование определяется как 22% от суммы основной и дополнительной зарплаты с учетом премий.

$$P_{с.с.} = 0,22 * (P_{з.о.} + P_{з.д.}) \quad (5.5)$$

$$P_{с.с.} = 0,22 * (263,25 + 78,98) = 75,29 \text{ грн.}$$

Расходы на возмещение износа оснастки и специального инструмента определяется как 13% от основной зарплаты:

$$P_{из.} = 13\% * P_{з.о.} \quad (5.6)$$

$$P_{из.} = 0,13 * 263,25 = 34,22 \text{ грн.}$$

Цеховые затраты определяются как 90% от $P_{з.о.}$:

$$P_{ц.} = 0,9 * P_{з.о.} \quad (5.7)$$

$$P_{ц.} = 0,9 * 263,25 = 236,93 \text{ грн.}$$

Цеховая себестоимость определяется как сумма вышеперечисленных затрат:

$$C_{ц.} = P_{м.} + P_{к.} + P_{з.о.} + P_{з.д.} + P_{с.с.} + P_{из.} + P_{ц.} \quad (5.8)$$

$$C_{ц.} = 39,28 + 79,83 + 263,25 + 78,98 + 75,29 + 34,22 + 236,93 = 807,78 \text{ грн.}$$

Прочие производственные расходы составляют 2% от цеховой себестоимости:

$$P_{\text{пр.}} = 0,02 * C_{\text{ц.}} \quad (5.9)$$

$$P_{\text{пр.}} = 0,02 * 807,78 = 16,16 \text{ грн.}$$

Производственная блока определяется по формуле :

$$C_{\text{пр.}} = C_{\text{ц.}} + P_{\text{пр}} \quad (5.10)$$

$$C_{\text{пр.}} = 807,78 + 16,16 = 823,94 \text{ грн.}$$

Административно-управленческие расходы и расходы на сбыт определяют следующим образом:

$$P_{\text{а.}} = 45\% C_{\text{пр}} \quad (5.11)$$

$$P_{\text{а.}} = 0,45 * 823,94 = 370,77 \text{ грн.}$$

Внепроизводственные расходы определяют как 1% от производственной себестоимости:

$$P_{\text{в.}} = 1\% C_{\text{пр}} \quad (5.12)$$

$$P_{\text{в.}} = 0,01 * 823,94 = 8,24 \text{ грн.}$$

Полная себестоимость определяется следующим образом:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{пр}} + P_{\text{а.}} + P_{\text{в.}} \quad (5.13)$$

$$C_{\pi}=823,94+370,77+8,24=1202,95 \text{ грн.}$$

Оптовая цена прибора определяется:

$$(5.14) \quad C_o = C_{\pi} + \Pi$$

где C_{π} – производственная себестоимость, грн;

Π – нормативная прибыль (10% C_{π}), грн.

$$C_o = 1202,95 + 120,29 = 1323,24 \text{ грн.}$$

Цена реализации изделия:

$$(5.15) \quad C_p = C_o + \text{НДС,}$$

где НДС – налог на добавленную стоимость (20%), грн.

$$C_p = 1323,24 + 264,65 = 1587,89 \text{ грн.}$$

Результаты расчетов сведены в таблицу 5.7

Таблица 5.7 – Результаты расчета себестоимости и цены блока

Статья калькуляций	Условное обозначение	Сумма, грн
Сырье и основные материалы	P_m	39,28
Покупные комплектующие изделия	P_k	79,83
Основная зарплата	$P_{з.о}$	263,25
Дополнительная зарплата	$P_{з.д}$	78,98
Отчисления на соц.страх	$P_{с.с}$	75,29
Износ	$P_{из}$	34,22
Цеховые затраты	$P_{ц}$	236,93
Цеховая себестоимость	$C_{ц}$	807,78
Прочие производственные расходы	$P_{пр}$	16,16
Производственная себестоимость	$C_{пр}$	823,94
АУР и расходы на сбыт	P_a	370,77
Полная себестоимость	$C_{п}$	1202,95
Прибыль	P	120,29
Оптовая цена	C_o	1323,24
Налог	НДС	264,65
Цена реализации	C_p	1587,89

5.2.3 Расчет капитальных вложений

Так как прибор изготавливать на действующем заводе без дополнительных капитальных вложений, то капитальные вложения можно определить по формуле:

$$K_{\text{ПТ}} = C_{\text{пр}} * \Phi_{\text{емк}}, \quad (5.16)$$

где $C_{\text{пр}}$ – производственная себестоимость изделия, грн;

$\Phi_{\text{емк}}$ – фондоемкость ($\Phi_{\text{емк}} = 0,3-0,5$ грн/грн).

$$K_{\text{ПТ}} = 823,94 * 0,3 = 247,18 \text{ грн}$$

5.2.4 Расчет эксплуатационных расходов

Состав эксплуатационных расходов зависит от сферы использования новых изделий, устройств, блоков. Для изделий производственного назначения определяют эксплуатационные расходы для обеспечения их функционирования в процессе эксплуатации.

Эксплуатационные расходы состоят из таких затрат:

- заработная плата обслуживающего персонала с начислением;
- амортизационные отчисления;
- электроэнергия;
- расходы на текущий ремонт;
- прочие расходы.

Зарплата обслуживающего персонала определяется по формуле (5.17)

$$З_{\text{п}} = P_o * C_{\text{час1}} * K_{\text{ф}} * \Phi_{\text{эф}} * Д$$

P_o - количество обслуживающего персонала, час;

$C_{\text{час1}}$ – часовая тарифная ставка первого разряда, грн;

$K_{\text{ф}}$ – тарифный коэффициент второго разряда;

$\Phi_{\text{эф}}$ – эффективный фонд времени одного работника;

D – дополнительные затраты;

$$З_{\text{п}} = 1 * 22,41 * 0,1 * 4 * 2,5 = 22,41 \text{ грн.}$$

Амортизационные отчисления определяются по формуле (5.18)

$$A_{\text{г}} = \frac{C_{\text{б}} * H_{\text{а}}}{100} \quad (5.18)$$

где $C_{\text{б}}$ – первоначальная стоимость по оптовой цене с учетом расхода на транспортировку и монтаж, грн;

$H_{\text{а}} = 10\%$ – годовая норма амортизационных отчислений.

$$A_{\text{з}} = \frac{1323,24 * 10}{100} = 132,32 \text{ грн.}$$

Стоимость электроэнергии определяем по формуле (5.19)

$$З_{\text{э}} = C_{\text{э}} * M * \Phi_{\text{эф}} \quad (5.19)$$

где $C_{\text{э}}$ – стоимость 1 кВт*ч электроэнергии, грн;

M – установленная мощность блока, кВт;

$\Phi_{\text{эф}}$ – годовой фонд времени работы устройства, ч.

Тогда для нового устройства и базового, затраты на электроэнергию составят соответственно:

$$З_{\text{э}} = 1,8 * 0,08 * 570 = 82,08 \text{ грн.}$$

Затраты на текущий ремонт рассчитываем в расчете 3 % от балансовой стоимости устройства:

$$З_p = \frac{1323,24 * 3}{100} = 39,70 \text{ грн.}$$

Прочие затраты, к которым относятся услуги сторонних организаций и других административно-управленческие расходы составляют 1,5 ÷ 2,5 % от общей суммы всех предыдущих расходов и равны соответственно для нового и базового стабилизатора тока:

$$З_{np} = \frac{(З_n + А_r + З_э + З_p) * 2,5}{100} \quad (5.20)$$

$$З_{np} = \frac{(22,41 + 132,32 + 82,08 + 39,70) * 2,5}{100} = 91 \text{ грн.}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 5.8.

Таблица 5.8 – Эксплуатационные расходы

Наименование	Расходы по вариантам, грн	
	Базовый	Новый
1. Заработная плата обслуживающего персонала с начислениями	22,41	22,41
2. Амортизационные начисления	175,22	132,32
3. Электроэнергия	123,12	82,08
4. Расходы на текущий ремонт	42,56	39,70
5. Прочие расходы	15,26	6,91
И Т О Г О, грн.	378,57	283,42

5.2.5 Расчет годового экономического эффекта от производства с использованием новых изделий

При разработке новых приборов в мелкосерийном производстве, годовой экономический эффект в сфере эксплуатации у потребителя определяют по формуле (5.20).

$$\mathcal{E}_z = [\beta(N_1 + E_y * K_{n1}) - (N_2 + E_y * K_{n2})] * A_{\Gamma} - E_n * K_{окр} \quad (5.21)$$

где β - обобщенный коэффициент качества;

N_1, N_2 - годовые издержки потребителя, грн;

E_n - нормативный коэффициент экономической эффективности,
 $E_n = 0,15$.

$K_{окр}$ - единовременные капитальные затраты на конструкторскую или технологическую подготовку производства, не учтенные в себестоимости прибора, грн;

K_{n1}, K_{n2} - капитальные затраты потребителя по вариантам, грн;

$A = 150$ шт. – годовой выпуск спроектированного прибора.

В сфере эксплуатации базового и нового прибора капитальные затраты определяются по формуле

$$K_n = Ц + C_{mp} \quad (5.22)$$

где C_{mp} – расходы на транспортировку (4% от лимитной цены), грн;

$Ц$ – лимитная (расчетная) цена прибора, грн.

Используя формулу (5.21) определяем капитальные затраты по новому и базовому устройству соответственно

$$K_{n1} = 1587,89 + 63,52 = 1651,41 \text{ грн.}$$

$$K_{n2} = 1752,20 + 70,09 = 1822,29 \text{ грн.}$$

Следовательно годовой экономический эффект от внедрения данного изделия составит:

$$\begin{aligned}\Theta_r &= [1,2 * (455,92 + 0,15*1651,41) - (395,88 + 0,15 * 1822,29)]*150 - 0,15*657= \\ &= (1,2*573,26-495,06)*150-24539,65/150= 28829,25 \text{ грн.}\end{aligned}$$

Анализируя вышеперечисленные данные и сравнив их с данными предыдущей конструкции можно сделать вывод, что с точки зрения экономических характеристик разрабатываемое устройство экономически выгодно.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Аналіз потенційних небезпек

В сучасному світі існує безліч небезпек, які підстерігають нас на кожному кроці. Однак, крім наявних відомих нам небезпек, існують ще небезпеки, які можуть виникати на наших безпосередньо робочих місцях. Серед них можна виділити наступні:

- ураження електричним струмом, у наслідок несправності електроболаднання, невиконання правил техніки безпеки при користуванні електричним обладнанням, що може призвести до електротравм або летального наслідку;

- негативні відносини у колективі в наслідок постійних емоційних зривів, які призводять до підвищених емоційних навантажень;

- негативний вплив електромагнітних, в тому числі і рентгенівських випромінювань при використанні моніторів персональних комп'ютерів з електронно-променевою трубкою, що призводить до погіршень зору, зниження імунітету;

- недостатнє освітлення виробничих приміщень і робочих місць, у зв'язку з несправністю, або хибного вибору освітлювальних приладів, що призводить до погіршення зору;

- недостатня усвідомленість при експлуатації нового, придбаного обладнання, і через це неправильні дії робітників, що може призвести до травм та загибелі людей;

- незадовільні параметри мікроклімату робочого місця, у зв'язку із відсутністю приладів, що забезпечують необхідний повітрообмін та опалювальної системи, які можуть викликати загальні захворювання;

- виникнення небезпеки морально-психічної форми у робітників, які звикли працювати на старому обладнанні, до яких вже звикли, через що

можуть з'явитись нервово-психічні навантаження внаслідок специфіки виконуваних робіт, що призводить до захворювань загального характеру;

- вірогідність загоряння, у зв'язку із несправністю електричного обладнання, недотримання, або порушення правил протипожежної безпеки обслуговуючим персоналом, що призводить до пожежі;

- неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій, які призводять до паніки та загибелі людей.

6.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Для запобігання ураження електричним струмом встановлено електроустаткування, яке відповідає вимогам: «Правил устрою електроустановок» (далі «ПУЕ») і ГОСТ 12.1.030-81 (2001) «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление», величина опору захисного заземлення електрообладнання приміщення - 4 Ом; ПУЕ-2014, приміщення, в якому розташовуються ЕОМ, різноманітне устаткування, відноситься до класу пожежебезпечної зони П-Па, тому передбачений мінімальний ступінь захисту ізоляції обладнання IP44; ГОСТ 12.1.009-76 (1999) «ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения» обладнання офісу має подвійну ізоляцію, яка складається з робочої та додаткової ізоляції; ГОСТ 12.2.007.0-75* (2001) «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» ЕОМ, периферійні пристрої ЕОМ та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ по способу захисту людини від ураження електричним струмом, належать до І класу, оскільки мають подвійну ізоляцію, елемент для заземлення та провід для приєднання до джерела живлення, що має заземлюючу жилу і вилку з заземлюючим контактом. Експлуатація електроустановок і електроустаткування проводиться відповідно до НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок» та НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Для оптимізації відносин у колективі проводяться тренінги з залучанням психологів на теми: «Адоптація у новому колективі», «Поведінка в суспільстві».

Внаслідок роботи за ПК, на фізіологію людини негативно впливають електромагнітні випромінювання. Щоб зменшити наслідки впливу на людину та знизити негативні показники у робочій зоні до допустимих значень, згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75 «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», вироби, які створюють електромагнітні поля, повинні мати захисні елементи (екрани, поглиначі і т.д.). Вимоги до захисних елементів повинні бути вказані в стандартах та технічних умовах на конкретні види виробів. Згідно з НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» та ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», на робочих місцях обладнаних ПК встановлені рідкокристалічні монітори, які не є джерелами рентгенівського та електромагнітного випромінювань.

В офісному приміщенні, згідно ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» передбачене природне та штучне освітлення. Природне освітлення здійснено через світлові прорізи, які забезпечують коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче 1,5%. Для захисту від прямих сонячних променів, які створюють прямі та відбиті відблиски на поверхні екранів і клавіатури, передбачено сонцезахисні пристрої, на вікнах встановлені жалюзі або штори. Штучне освітлення в приміщенні, здійснено системою загального рівномірного освітлення. Значення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів становить 400 лк. Як джерела штучного освітлення в приміщенні застосовані люмінесцентні лампи типу ЛБ. При застосуванні яких дотримались наступних умов:

- температура навколишнього повітря не повинна бути нижче, ніж 5°C;

- напруга на освітлювальних приладах повинна бути не менше, ніж 90% номінальної.

Для попередження небезпеки та можливих травм робітників, а також заради запобігання нервово-психічні навантаження внаслідок специфіки виконуваних робіт необхідно дати робітникам пройти адаптаційний термін, щоб робітники звикли до роботи. При встановленні нового обладнання, обов'язково треба проводити передбачені інструктажі з експлуатації цього нового обладнання.

6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Внаслідок роботи за ПК, на фізіологію людини негативно впливають електромагнітні випромінювання. Щоб зменшити наслідки впливу на людину та знизити негативні показники у робочій зоні до допустимих значень, згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75 «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», вироби, які створюють електромагнітні поля, повинні мати захисні елементи (екрани, поглиначі і т.д.). Вимоги до захисних елементів повинні бути вказані в стандартах та технічних умовах на конкретні види виробів. Згідно з НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» та ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», на робочих місцях обладнаних ПК встановлені рідкокристалічні монітори, які не є джерелами рентгенівського та значного електромагнітного випромінювань.

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приміщення відповідають вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»

та ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». Зниження рівня шуму в приміщенні здійснено за допомогою:

- використання більш сучасного обладнання;
- розташування принтерів та різноманітного устаткування колективного користування на значній відстані від більшості робочих місць працівників;
- переведення жорсткого диска в режим сну (Standby), якщо комп'ютер не працює протягом визначеного часу;
- використання блоків живлення ПК з вентиляторами на гумових підвісках.

Під час виконання робіт з ПК у виробничих приміщеннях значення характеристик вібрації на робочих місцях не перевищують допустимого рівню, які відповідають вимогам ДСН 3.3.6-039-99 «Государственные нормы производственной общей и локальной вибрации» та ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования». Персонал не має потреби в додатковому захисті від вібрації, яку виробляють ПК. Оскільки ПК установлені на спеціальний комп'ютерних столах, які поглинають залишкову вібрацію.

Метеорологічні умови в виробничих приміщеннях – температура повітря, відносна вологість повітря й швидкість його переміщення відповідають вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» і ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Роботи в офісному приміщенні, належать до категорії Іб - легка робота, тому передбачені наступні оптимальні значення параметрів мікроклімату:

- у холодний період року: температура 21-23°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,1 м/с;
- у теплий період року: температура 22-24°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,2 м/с.

Оптимальні рівні позитивних (n+) і негативних (n-) іонів у повітрі приміщення з ВДТ відповідають вимогам ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні

норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень» і становить: $n^+ = 1500-30000$ (шт. на 1см^3); $n^- = 3000-5000$ (шт. на 1см^3). Підтримку оптимального рівня легких позитивних і негативних аероіонів у повітрі на робочих місцях забезпечуються за допомогою біполярних коронних аероіонізаторів.

Для визначення необхідного повітрообміну у приміщенні потрібно розрахувати два значення повітрообміну: по кратності і по кількості людей та вибрати більше з цих двох значень.

Маємо приміщення площею $s=30\text{ м}^2$, висотою $H=3.5\text{ м}$ та в якому працюють 5 робітників.

Для розрахунку необхідного повітрообміну в приміщенні розраховуємо два значення повітрообміну :

- по кратності: $L = n \cdot S \cdot H$, $\text{м}^3/\text{год}$, де

n – нормована кількість повітрообміну для офісів, $n = 2,5$

L – повітрообмін у приміщенні, $\text{м}^3/\text{год}$

$$L = 2,5 \cdot 30 \cdot 3,5 = 262,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

- по кількості людей:

$$L = N \cdot L_{\text{норм}}, \text{ м}^3/\text{год}$$

$L_{\text{норм}}$ – норма витрати повітря на одну людину, робота в офісі – $60\text{ м}^3/\text{год}$

$$L = 5 \cdot 60 = 300 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для визначення необхідного повітрообміну в приміщенні площею 30 м^2 користуємось двома формулами. Беремо до уваги другу формулу, так як в офісних приміщеннях розташовується велика кількість людей, тобто ми маємо взнати на яку площу та на яку кількість людей повинен бути повітрообмін в кімнаті для забезпечення нормальної життєдіяльності робітників, в цьому випадку норма витрати повітря на людину в офісі становить $300\text{ м}^3/\text{год}$.

Для належного повітрообміну в приміщенні використовують вентиляції. Вентиляція - організований і регульований повітрообмін, що забезпечує

видалення з приміщення повітря, забрудненого шкідливими газами, парами, пилом, а також поліпшує метеорологічні умови праці. За способом подачі в приміщення свіжого повітря і видалення забрудненого, вентиляції ділять на природну, механічну і змішану. Також для кращого повітрообміну в приміщенні встановлюють сучасні системи провітрювання, відкривають вікна, але все ж таки найкращий повітрообмін забезпечує вентиляція.

6.4 Заходи з пожежної безпеки

Горінням називається складний фізико-хімічний процес взаємодії горючої речовини та окислювача, який супроводжується виділенням тепла та випромінюванням світла. Процес горінням призводить до пожежі.

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі.

Залежно від агрегатного стану й особливостей горіння різних горючих речовин й матеріалів пожежа за ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» поділяють на відповідні класи та підкласи:

- клас А – пожежі твердих речовин, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням;
- клас В – пожежі горючих рідин або твердих речовин, які розтоплюються;
- клас С – пожежі газів;
- клас D – пожежі металів та їх сплавів;
- клас Е – пожежі, пов'язані з горінням електроустановок.

Так як всі кабінети офісів обладнані офісною технікою (персональними комп'ютерами) можливу пожежу відносимо до класу Е.

Методика з допомогою якої визначають категорію приміщень та будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою регламентується у НАПББ.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установ, за вибухопожежною та пожежною небезпекою».

За вибухопожежною небезпекою приміщення й будівлі поділяються на п'ять категорій: А, Б, В, Г, Д.

Приміщення в офісі відносимо до категорії В, так як в офісі знаходиться багато техніки і легко займистих матеріалів.

Визначення видів та кількості первинних засобів пожежогасіння слід проводити з урахуванням фізико-хімічних та пожежонебезпечних властивостей горючих речовин, їх взаємодії з вогнегасними речовинами, а також розмірів площ виробничих приміщень, відкритих майданчиків та установ. Необхідну кількість первинних засобів пожежогасіння визначають окремо для кожного поверху та приміщення.

Для гасіння великих площ горіння, коли застосування ручних та пересувних вогнегасників є недостатнім, на об'єкті мають бути передбачені додатково ефективні засоби пожежогасіння, наприклад стаціонарні установки автоматичного пожежогасіння та інші.

Вибір типу та визначення потрібної кількості вогнегасників здійснюється залежно від вогнегасної здатності вогнегасників, граничної площі, класу пожежі та за категорією приміщення (стандарт ISO 3941-77).

Загальна площа приміщення, яку займає офіс складає 30 м². Так як офіс відноситься до категорії приміщення В, класу пожежі Е і займає площу 30 м², рекомендовано два вуглекислотних вогнегасника ємкістю 5 літрів, які слід розмістити у крайніх сторонах приміщення.

У даному розділі дипломного проекту проаналізовано нормативно-правові документи, що регламентують дотримання вимог охорони праці на підприємстві.

Ступень вогнестійкості будівлі, де розташовано офіс – В (цегляна триповерхова будівля).

Для протипожежного захисту офісу площею 30 м² необхідно два вуглекислотних вогнегасника ємністю 5 літрів, які розташовані у крайніх сторонах коридору.

У випадку пожежі передбачено шляхи евакуації робітників проходи, проїзди, евакуаційні виходи у відповідності до ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». Евакуаційні виходи розташовано розосереджено у кількості не менше двох на споруду.

6.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Інженерно-технічні заходи, спрямовані на підвищення стійкості виробничих об'єктів до впливу світлового випромінювання, вторинних факторів ядерного вибуху, проникаючої радіації і радіоактивного зараження.

Інженерно-технічні заходи містять в собі роботи, що забезпечують стійкість виробничих будівель і споруд, обладнання та комунально-енергетичних систем.

Заходи по підвищенню стійкості об'єктів господарювання здійснюються у відповідності з вимогами «Норм проектування інженерно-технічних заходів ЦО». Норми проектування запроваджуються в дію постановою Уряду і періодично поновлюються.

Вимоги «Норм» призначені для того, щоб завчасно виконати заходи, щодо:

- Запобігання виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру;
- забезпечити захист населення та знизити масштаби руйнувань (пожеж, затоплень, заражень);
- підвищити стійкість роботи об'єктів господарювання і галузей економіки;
- створити умови для успішного проведення робіт по ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Виділяють оцінки стійкості роботи об'єкта до впливу світлового випромінювання, вторинних факторів ядерного вибуху, проникаючої радіації і радіоактивного зараження.

Критерієм стійкості об'єкта до дії світлового опромінювання є значення того мінімального імпульсу світлового опромінення, при якому може

виникнути займання матеріалів чи споруд, в результаті чого на об'єкті виникнуть пожежі.

Величину світлового імпульсу, який викликає займання, визначає за допомогою спеціальних таблиць. Значення світлового імпульсу, що викликає займання і початок пожеж на об'єкті, є граничним рівнем стійкості до світлового опромінювання.

Якщо об'єкт складається з групи будівель і споруд, то визначають можливу пожежну обстановку в цій групі будов, враховуючи щільність забудови.

У висновках про стійкість об'єкта до дії світлового опромінення вказують граничний рівень стійкості об'єкта, найбільш небезпечні в пожежному відношенні ділянки, можливий пожежний стан на об'єкті, граничний рівень доцільного підвищення стійкості до світлового опромінення, необхідні протипожежні й інженерно-технічні заходи.

Критерієм стійкості об'єкта до дії ударної хвилі є максимальне значення надлишкового тиску, під час дії якого будівлі, споруди та обладнання об'єкта ще зберігаються або отримують слабкі чи середні руйнування. Ці значення надлишкового тиску прийнято вважати граничним рівнем стійкості об'єкта щодо ударної хвилі. Стійкість об'єкта визначають стійкістю кожного елемента виробництва окремо (цеху, ділянки, системи).

Оцінка стійкості об'єкта до дії ударної хвилі зводиться до знаходження граничного рівня стійкості і проводиться в такій послідовності:

- виділяють основні елементи об'єкта, від функціонування яких залежить випуск продукції чи функціонування об'єкта. Такими основними елементами, як правило, є будівлі цехів чи складів, енергетичне обладнання, інженерно-технічні пристрої, системи водопостачання, каналізації, вентиляції, опалення тощо;

- складають детальні характеристики кожного елемента, наприклад: будівля механічного цеху цегляна, одноповерхова, висота 9 м, покрита руберойдом по дереву;

- визначають ступінь руйнувань елементів об'єкта залежно від надлишкового тиску за допомогою спеціальних таблиць. Для кожного елемента об'єкта знаходять ті значення надлишкового тиску, які спричиняють до слабких, середніх, сильних і повних руйнувань;

- визначають граничний рівень стійкості до дії ударної хвилі кожного елемента об'єкта, при якому той одержує не більш як середні руйнування. Наприклад: складське приміщення залізобетонної конструкції може одержати середні руйнування при надлишковому тиску 20 ... 30 кПа. У цьому разі за граничний рівень стійкості слід брати мінімальне значення, тобто 20 кПа;

- визначають граничний рівень стійкості всього об'єкта до дії ударної хвилі за мінімальним значенням граничного рівня стійкості тих елементів, що входять до складу об'єкта. Так, якщо складська будівля має рівень стійкості 20 кПа, складське обладнання - 35 кПа, мережа електропостачання - 15 кПа, то граничний рівень стійкості складу - 15 кПа, хоча будівля складу і його обладнання не будуть виведені з ладу;

- проводять аналіз результатів оцінки і роблять висновки про стійкість об'єкта до ударної хвилі, при цьому вказують мінімальне значення надлишкового тиску, яке виводить об'єкт з ладу. Визначають найбільш вразливі місця та елементи і пропонують конкретні заходи щодо підвищення стійкості об'єкта до ударної хвилі. При цьому враховують як важливість об'єкта, так і економічні витрати, які пов'язані з пропонованими заходами по підвищенню рівня стійкості об'єкта. Той рівень стійкості, до якого слід підвищувати стійкість об'єкта, як правило, встановлює вищестоящий штаб ЦЗ або міністерство.

Вторинними вражаючими факторами є пожежі, вибухи, затоплення, забруднення атмосфери та місцевості і т. ін. Втрати від вторинних вражаючих факторів у ряді випадків можуть значно перебільшувати втрати, які одержує господарство в результаті дії первинних факторів, притаманних більшості надзвичайних ситуацій.

Джерела вторинних вражаючих факторів на об'єкті й в небезпечному віддаленні від нього повинні виявлятися заздалегідь з метою завчасного прийняття заходів, що направлені на виключення чи зменшення вражаючої дії.

Оцінка стійкості об'єктів до дії вторинних вражаючих факторів проводиться в такій послідовності:

- виявляють всі можливі джерела вражаючих факторів, як внутрішні, так і зовнішні;
- визначають найкоротшу відстань від об'єкта до кожного джерела вторинного ураження (на місцевості або на мапі чи плані);
- визначають характер вражаючої дії вторинного фактора (пожежа, затоплення, загазованість т. ін.);
- встановлюють чи вираховують час від моменту появи до моменту початку дії на об'єкт вторинного вражаючого фактора;
- визначають тривалість дії вражаючого фактора й можливі розміри втрат.

Одержані результати аналізують і роблять конкретні висновки для розробки організаційних, інженерно-технічних та технологічних заходів щодо виключення або обмеження дії на роботу об'єкта вторинних вражаючих факторів.

Критерієм стійкості роботи об'єкта до дії радіоактивного забруднення є допустима доза опромінення, яку можуть одержати робітники й службовці зміни, що працює, за час роботи при дотриманні встановленого режиму захисту.

У розрахунках виходять з того, що при радіоактивному забрудненні робітники й службовці знаходяться на робочих місцях у продовж усієї робочої зміни (у воєнний час 10-12 годин), а потім перебувають в захисних спорудах.

Вихідними даними для оцінки є:

- характеристика виробничих приміщень, будов, їх здатність послаблювати опромінювання (значення коефіцієнта зменшення опромінювання);

- характеристика захисних споруд;

- встановлена доза опромінення;

- тривалість роботи зміни.

На основі вихідних даних розраховують максимальний рівень радіації (на першу годину після аварії на АЕС чи після ядерного вибуху), за якого працююча протягом вказаних годин зміна не одержить дозу опромінення, більшу встановленої на першу добу.

Оцінюють також ступінь герметизації виробничих приміщень, можливість її покращення, щоб зменшити проникнення до приміщення радіоактивного пилу.

Одержані результати аналізують, роблять висновки й накреслюють заходи, спрямовані на підвищення стійкості роботи в умовах радіоактивного забруднення. У висновках також зазначають умови забруднення радіоактивними речовинами, за яких об'єкт має змогу стійко працювати після деякої перерви, необхідної для здійснення захисту робочої зміни на період випадання радіоактивних речовин (вказують проміжок часу, на який слід перервати роботу об'єкта).

Під час оцінки можливості роботи об'єкта в умовах хімічного забруднення або зараження бактеріологічними засобами аналізують стан герметизації виробничих приміщень, можливість її проведення в разі необхідності, забезпеченість робітників і службовців протигазами та їхню виучку. При цьому вивчають та аналізують можливість роботи без руйнування герметизації приміщень.

Оцінюють можливість проведення робіт зі знезаражування об'єкта і прилеглих ділянок, їх трудомісткість, доцільність.

На основі проведеного аналізу пропонують й розробляють заходи щодо покращення системи заходів, які дозволяють забезпечити стійку роботу об'єкта в умовах хімічного та бактеріологічного забруднення.

Потрібно зазначити, що в даному розділі дипломної роботи було визначено та проаналізовано потенційні небезпеки, які виникають на робочому місці у працівників офісних приміщень, а також було розроблено заходи безпеки та шляхи усунення потенційних небезпек в офісі. Було вивчено та розроблено заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці, зроблено детальний розрахунок повітрообміну в офісному приміщенні, який займає площу 30 м², також було розглянуто заходи з пожежної безпеки, та встановлено категорію приміщення офісу, який займає площу 30 м², клас пожежі та було рекомендовано кількість вогнегасників для цього приміщення. А також було запропоновано ряд заходів по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Одним з найважливіших завдань охорони праці є забезпечення таких умов праці, які б вилучали можливість дії на працюючих різного роду небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Нанесення травми людині на виробництві зумовлюється наявністю фізичних, хімічних, біологічних та психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих чинників. Безпечність виробничих процесів досягається комплексом проектних та організаційних рішень. Це - вибір технологічного процесу, робочих операцій, черговості обслуговування обладнання тощо. Безпечність виробничих процесів полягає у запобіганні впливу небезпечних і шкідливих факторів на працюючих.

Згідно ПУЕ-2014 та ГОСТ 12.1.030-81 (2001) «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление», величина опору захисного заземлення електрообладнання приміщення - 4 Ом.

В офісному приміщенні, згідно ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» передбачене природне та штучне освітлення.

Згідно з НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» та ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», на робочих місцях обладнаних ПК встановлені рідкокристалічні монітори, які не є джерелами рентгенівського та значного електромагнітного випромінювань.

У випадку пожежі передбачено шляхи евакуації робітників проходи, проїзди, евакуаційні виходи у відповідності до ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». Евакуаційні виходи розташовано розосереджено у кількості не менше двох на споруду.

На основі кодексу цивільного захисту населення України розглянули інженерно-технічні заходи, спрямовані на підвищення стійкості виробничих об'єктів до впливу світлового випромінювання, вторинних факторів ядерного вибуху, проникаючої радіації і радіоактивного зараження при надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

В процесі виконання диплома були отримані наступні результати:

- виконаний аналіз технологій композитної намотування;
- виконаний розрахунок електроприводу управління намоточного верстата;
- виконаний розрахунок системи управління швидкістю електроприводу управління намоточного верстата;
- розроблений програмний інтерфейс;
- виконано кодування програмного інтерфейсу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Любин Дж. Справочник по композитным материалам. М.: Машиностроение, 1988, 584 с. 2.
2. Проектирование, расчет и испытание конструкций из композиционных материалов / Руководящие документы . – М.: Издательский отдел ЦАГИ, 1972-1995 гг.
3. Б.Г. Коровин Системы программного управления промышленными установками и робототехническими комплексами: Учебное пособие для вузов / Б.Г. Коровин, Г.И. Прокофьев, Л.Н. Рассудов. - Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ие, 1990.-352с.
4. Башарин А.В. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов./Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ие, 1982. – 392 с
5. Правила устройства электроустановок. Раздел 5. Электросиловые уста-новки. – М.: ЗАО Энергосервис, 2007.
6. Новиков В. А. Электропривод в современных технологиях./ В.А. Нови-ков, С. В. Савва, Н. И. Татаринцев - М.: изд. Академия, 2014. - 435с.
7. В. М. Терехов, И. О. Осипов. Системы управления электроприводов. - М.: изд. Академия, 2008.- 185с.
8. Драчев Г.И. Теория электроприводов : учебное пособие к курсовому про-ектированию для студентов заочного обучения 2-е изд. – Челябинск.: изд-во «ЮУрГУ», 2002. – 56с.
9. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов пере-менного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. Екате-рин-бург : изд-во УРО РАН, 2000. - 275с.
10. Башарин А.В. Пример расчета автоматизированного электропривода на ЭВМ / А.В. Башарин, Ю.В. Посников. - Л.:Энергоатомиздат, 1990.-513с.

11. Ротач, В.Я. Теория автоматического управления: учебник для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 400 с.
12. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления: / Под ред. В.А. Бесекерского. 5-е изд., Изд-во -М.: Наука, 1978.- 510с.
13. Дорф Р., Дишоп Р. Современные системы управления / Р.Дорф, Р. Дишоп. - М.: Лаб. баз. знан. Юнимедиастилл, 2002. - 832с.
14. Математические основы теории автоматического регулирования / Под ред. Б.К. Чемоданова. - М.: Высшая школа, 1977. - 387с.
15. Перельмутер В.М. Прямое управление моментом и током двигателей переменного тока. – Х.: Основа, 2004 – 210с.

ДОДАТОК А

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;

namespace probny
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        string s;
        double lci; //длина цилиндрической части

        double b; //длина сводов

        double lpotv; //длина полюсных штуцеров

        const int lzap = 10; //длина запаса ленты

        double Dci; //диаметр цилиндрической части оправки

        double wl; //ширина ленты

        double wnom; //номинальная скорость вращения вала двигателя

        double An; //угол укладки наматываемого материала

        const int sv = 25; //шаг винта

        double mstr; //число витков на длине окружности изделия

        double m; //делитель

        double p; //переменная шага рисунка

        double nc; //число циклов в слое

        double vn0;

        double vn; //номинальная скорость движения каретки

        double lpr; //приведённая длина изделия

        double X0z; //угол задержки

        double b0;

        double ugol; //Пи-А

        double l2b;
    }
}

```

```

public Form1()
{
    InitializeComponent();
}

private void textBox1_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    s = textBox1.Text;
    Dci = Convert.ToDouble(s);
}

private void trackBar1_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    textBox8.Text = trackBar1.Value.ToString();
}

private void trackBar2_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    textBox9.Text = trackBar2.Value.ToString();
}

private void trackBar3_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    textBox10.Text = trackBar3.Value.ToString();
}

private void trackBar4_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    textBox11.Text = trackBar4.Value.ToString();
}

private void trackBar5_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    textBox12.Text = trackBar5.Value.ToString();
}

private void textBox2_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    s = textBox2.Text;
    lci = Convert.ToDouble(s);
}

private void textBox4_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    s = textBox4.Text;
    b = Convert.ToDouble(s);
}

private void textBox5_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    s = textBox5.Text;
    lpotv = Convert.ToDouble(s);
}

```

```
privatevoid textBox7_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    s = textBox7.Text;
    wnom = Convert.ToDouble(s);
}

privatevoid textBox3_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    s = textBox3.Text;
    w1 = Convert.ToDouble(s);
}

privatevoid button11_Click(object sender, EventArgs e)
{
    textBox1.Text = "";
    textBox2.Text = "";
    textBox3.Text = "";
    textBox4.Text = "";
    textBox5.Text = "";
    textBox6.Text = "";
    textBox7.Text = "";
    textBox8.Text = "";
    textBox9.Text = "";
    textBox10.Text = "";
    textBox11.Text = "";
    textBox12.Text = "";
```

```

    }//сброс всех данных

private void textBox10_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    s = textBox10.Text;
    An = Convert.ToDouble(s);
}

private void textBox9_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    s = textBox9.Text;
    mstr = Convert.ToDouble(s);
}

private void button10_Click(object sender, EventArgs e)
{
    //расчёт числа циклов в слое
    nc = mstr * ((Math.PI * Dci) / (2 * wl)) * Math.Cos(An * Math.PI / 180);

    label6.Text = Convert.ToString(nc);

    //расчёт номинальной скорости движения каретки
    vn = (wnom / (2 * Math.PI)) * sv;

    vn0 = vn/1000 * (360 / (Math.PI * Dci/1000)) * 2 * Math.Tan(An * Math.PI / 180);

    label10.Text = Convert.ToString(vn0);

    //расчёт угла задержки
    //расчёты угла задержки

```

```

        m = mstr + (w1 / (Math.PI * Dci * (Math.Cos(An * Math.PI / 180))));

        lpr = lci + 2 * b + 2 * lpotv + 2 * lzap;

        p = m - 1;

        X0z = 180 * (1 + (p / (mstr + w1 / (Math.PI * Dci * Math.Cos(An * Math.PI /
180))))) - lpr * (360 / (Math.PI * Dci)) * Math.Tan(An * Math.PI / 180);

        label29.Text = Convert.ToString(X0z);

//расчёт хода каретки вдоль цилиндрической части изделия

        l2b = (lpr - 2 * b) * (360 / (Math.PI * Dci)) * Math.Tan(An * Math.PI / 180);

        label31.Text = Convert.ToString(l2b);

//расчёт пути торможения/разгона каретки
        b0 = b * (360 / (Math.PI * Dci)) * 2 * Math.Tan(An * Math.PI / 180);

        label33.Text = Convert.ToString(b0);
//расчёт Пи-А
        ugol = 180 - An;

        label35.Text = Convert.ToString(ugol);
    }
private void button9_Click(object sender, EventArgs e)
{
    }
}

```