МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра електронних
приладів і автоматики

Кваліфікаційна робота бакалавра

Аналогово-цифрова система контролю параметрів руху об’єкта

студента гр. ЕПз-61к Р.А.Чепурний

Науковий керівник,
ст. викладач, к.т.н. В.І.Васильєв

Нормоконтроль,
ст. викладач, к.т.н. О.Д. Динник

Конотоп *2020*

ЗМІСТ

с.

ВСТУП……. 4

РОЗДІЛ 1 КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ……. 6

1.1 Аналогові системи автоматичного керування …….. 9

1.2 Системи числового програмного керування ……..….... 13

РОЗДІЛ 2 АНАЛОГОВЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ В ЦИФРОВИЙ КОД …… 15

2.1 Перетворювачі зчитування…….. 15

2.2 Фотоелектричні перетворення…… 15

РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОБОТИ З ВЕРСТАТОМ…….. 25

3.1 CAD програма для створення 3D моделі виробу…… 25

3.2 CAM програма для створення G-коду фрезерування або гравіювання 26

ВИСНОВКИ ……. 28

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……. 29

РЕФЕРАТ

Об’єктом дослідження кваліфікаційної роботи бакалавра є аналогово-цифрова системи контролю параметрів руху об’єкта.

Мета роботи полягає у дослідженні аналогово-цифрового перетворення переміщення в цифровий код.

При виконанні роботи використовувалися методи матиматичного й комп’ютерного моделювання цифрових схем з використанням програми WorkBench та використання методів програмного керування аналоговими приладами через комп’ютерні інтерфейси, пристрої сполучення й цифрово-аналогового перетворення для них.

У результаті проведених досліджень встановлено, що аналого-цифрові системи контролю параметрів руху універсальні, надійні, гнучкі і зручні в експлуатації.

Робота викладена на 29 сторінках, у тому числі включає 13 рисунків, 2 таблиць, список цитованої літератури із 11 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ПЕРЕМІЩЕННЯ-КОД, КОМП’ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА, ІНТЕРФЕЙСИ, ПРОГРАМНЕ КЕРУВАННЯ, ПРИСТРОЇ ПРОГРАМНОГО КЕРУВАННЯ, ДЕШИФРАТОР, СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ(САК).

ВСТУП

Сучасний рівень автоматизації в промисловості значною мірою забезпечується застосуванням систем програмного керування на базі мікропроцесорних обчислювальних пристроїв. Тому спеціалісти, які експлуатують та проектують системи автоматичного керування, повинні володіти відповідними знаннями не тільки для програмування мікропроцесорних обчислювальних пристроїв, але й для побудови та функціонування мікропроцесорних систем, мати навики роботи з ними для використання під час проектування та експлуатації систем програмного керування найрізноманітнішими пристроями та механізмами. Адже сфери використання мікропроцесорних пристроїв та систем надзвичайно різноманітні. Це універсальні обчислювальні пристрої – комп'ютери та калькулятори, а поза тим – системи керування електроприводами промислових механізмів та установок, робототехніка, системи контролю та сигналізація, електропобутова техніка, електричні системи і комплекси транспортних засобів тощо. Розвиток в області силової та обчислювальної електроніки створили передумови до появи більш надійних, точних і недорогих систем електроприводу, що в свою чергу призвело до необхідності модернізації існуючих громіздких, дорогих приводів.

Електроніка як галузь техніки розвивається виключно швидкими темпами. Вона пройшла шлях від громіздких ламп до компактних транзисторів які з часом майже повністю замінили великі інтегральні схеми з густиною розміщення компонентів до десятків мільйонів транзисторів на одному кристалі.

Забезпечення високого технічного рівня автоматичних систем управління, радіотехнічних комплексів, засобів зв'язку, гнучких автоматизованих виробництв можливе лише на основі оптимального розподілу функцій між цифровими та аналоговими частинами в межах конкретної системи. Тому аналогові мікросхеми поряд із цифровими мікросхемами широко застосовуються у сучасних

радіоелектронних засобах для підсилення, перетворення та обробки аналогових сигналів. Одночасно з розвитком інтегральної технології методи розробки та застосування аналогових мікросхем стають дійовим засобом успішного розв’язання складних інженерних задач проектування радіоелектронної апаратури за умови оволодіння ними інженером-розробником.

РОЗДІЛ 1

КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

Існує безліч різних систем автоматичного керування верстатами, які відрізняються принципом дії, способом переробки інформації і т.д. Всі системи автоматичного керування класифікуються:

- по типу програмоносія;
- по виду початкової інформації;
- по наявності зворотного зв'язку.

За типом програмоносія

Системи автоматичного керування (САК) діляться на аналогові, числові і циклові. В аналогових системах в якості програмоносія використовується фізичний аналог оброблюваної деталі. В якості фізичного аналога (програмоносія) використовуються кулачки, копіри, шаблони. У числових системах в якості носія інформації використовується числова кодова комбінація, яка описує геометрію деталі і основні технологічні функції для її виконання (Y, S, T). Як програмоносій використовуються перфострічки, магнітні стрічки, оперативні запам'ятовуючі пристрої. У циклових системах в якості програмоносія використовуються штекерні панелі, складальні поля і т.д., які використовуються для завдання послідовності елементарних циклів на основі яких будується повний цикл обробки деталі, а також командоапарати, жорсткі упори, шляхові вимикачі за допомогою яких програмуються величини переміщень в елементарних циклах.

По виду початкової інформації

За цією ознакою всі системи автоматичного керування діляться на дві групи До першої групи належать САК, що працюють на основі повної, заздалегідь розробленої програми керування. САК даної групи виконують програму без її зміни і корекції. До даної групи належать системи керування з розподільним валом, копіювальні системи керування, циклові системи керування і деякі числові системи керування. До другої групи належать САК, що працюють на основі

неповної початкової інформації або інформації, яку можна змінювати в процесі обробки на основі використання поточної технологічної інформації про керований процес, отриманої за допомогою різних датчиків, з метою оптимізації обробки деталі.

До даної групи належать:

- адаптивні системи;
- системи, що самостійно налаштовуються (самоналагоджувальні);
- системи, що самонавчаються.

У адаптивних системах керування оптимальне керування здійснюється зміною керуючого впливу. У самоналагоджувальних системах оптимальне керування здійснюється зміною параметрів системи верстат-пристосування-інструмент-деталь, а в системах, що самонавчаються – зміною структури алгоритму керування.

За наявності зворотного зв'язку системи автоматичного керування діляться на системи розімкнуті і замкнуті.

У розімкнутих системах є тільки один потік інформації від керуючої програми до процесу різання, за допомогою якого інформація закладена в програмоносій переноситься на деталь. У цих системах відсутній контроль дійсного положення виконавчого органу. Точність переміщення робочого органу, а отже і точність обробки будуть залежати від точності передавальних механізмів приводів подач (рис. 1.1).

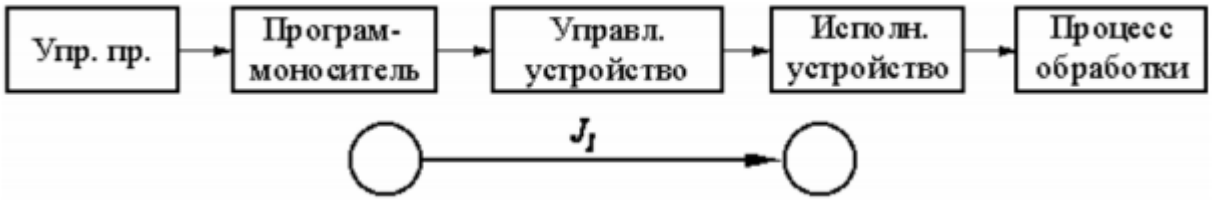

Рисунок 1.1 – Розімкнена САК

Розімкнутими системами керування є системи з розподільчим валом, механічні копіювальні системи, системи ЧПК з маховими проводами подач.

Замкнуті системи використовують два і більше потоків інформації. Один з яких прямий, а решта додаткові потоки інформації. Замкнені системи бувають двох типів:

1) Системи керування зі зворотним зв‘язком по положенню виконавчого органу (рис.1.2).

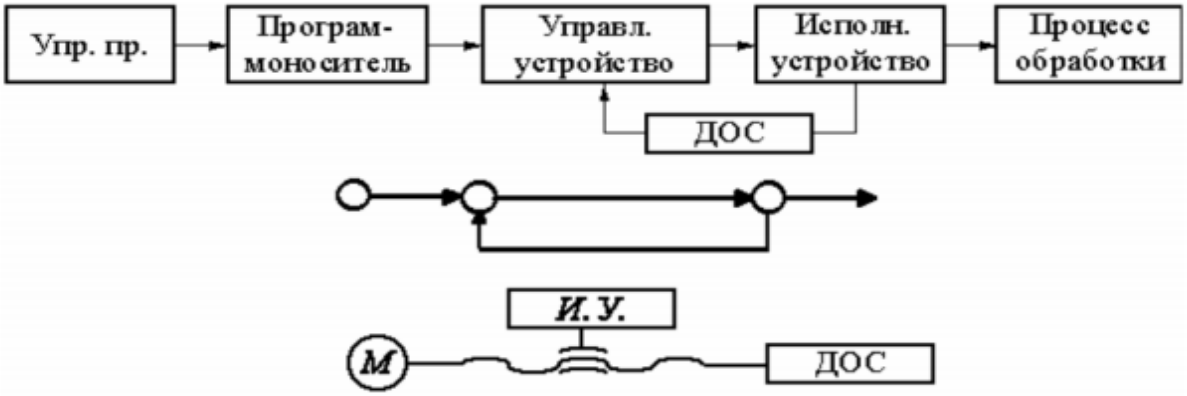

Рисунок 1.2 – Замкнута САК по положенню виконавчого органу

До цієї групи належать слідкуючі копіювальні системи, системи ЧПК замкнутого типу.

2) Системи керування зі зворотним зв’язком по положенню і з датчиками, що вимірюють параметри процесу різання(силу, температуру, вібрації) для доповнення і корекції прямого потоку інформації (рис.1.3).

До них відносяться системи числового програмного керування з додатковими блоками, що дозволяють оптимізувати процес обробки

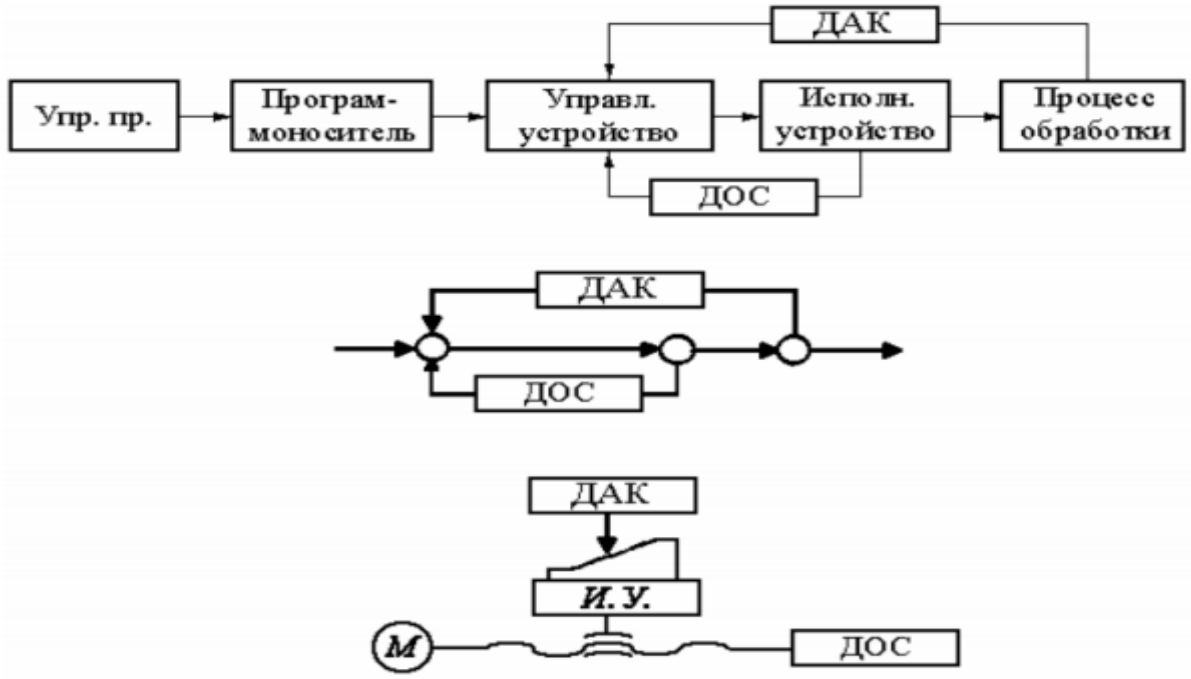

Рисунок 1.3 – Замкнута САК по положенню виконавчого органу і контролем параметрів процесу різання

Аналогові системи автоматичного керування

В аналогових системах управління інформація креслення деталі матеріалізуется в программоносій у вигляді кулачка, копіра, розставлених певним чином упорах, що діють на шляхові перемикачі та ін.

Однак программоносій - аналог креслення деталі знижує гнучкість, тому що збільшується час і вартість переналагодження. Аналогові системи характерні для великосерійного і масового виробництва, через виготовлених стабільної за часом номенклатури деталей.

Аналогові системи управління діляться на замкнуті і незамкнуті, серед останніх виділяються системи зі спеціальним приводом.

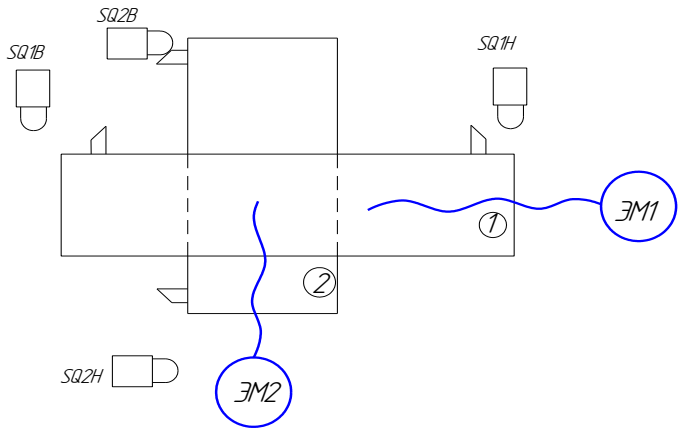

Рис. 1.1 Замкнута система управління супортами токарного верстата.

Розглянемо системи замкнутого типу. Найпростіша система такого типу відтворює управління супортами токарного верстата (рис.1.1). В даному випадку программоносій величин переміщення є шляхові перемикачі SQ і упори, розставлені при налагодженні верстата. Схема управління верстатом може бути електричної, гідравлічної, пневматичної і т.д. Положення упорів відповідає переміщенню інструмента, тобто необхідними розмірами деталі. Таким чином, положення упорів дає вихідний (перший) потік інформації. В кінці ходу поздовжнього супорта 1, наприклад, вліво (умовно в напрямку вперед) упор впливає на шляховий перемикач SQ1B, який вимикає двигун ЭМ1 поздовжнього супорта і включає двигун ЭМ2 поперечного супорта 2. Поперечний супорт переміщується (умовно в напрямку назад) до тих пір, поки впритул не почне діяти на шляховий перемикач SQ2H припинення поперечного переміщення і т. д. Упори визначають інформацію про фактичний стан виконуючого пристрою при їх впливі на різні датчики (перетворювачи). Таким чином, забезпечується другий (зворотний) потік інформації. У таких системах інформація про переміщення вводиться на основі пробних обробок шляхом корекції на їх основі положення програми-носіїв (упорів). Замкнені системи працюють також не тільки з керуванням по шляху (контроль шляху), але і з контролем по часу ("виходжування" при шліфуванні без примусової подачі кола), швидкості та інших факторів.

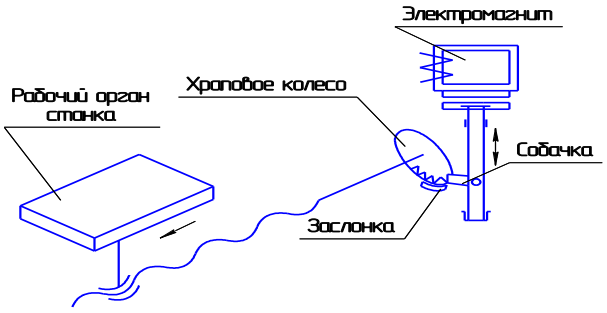

Рис 1.2 Храповий механізм

Аналогові системи замкнутого типу конструктивно прості, дешеві і надійні, але мають свої недоліки. У них відсутній безперервний кинематичний зв'язок між рухаючими вузлами верстата, що виключає можливість обробки складних поверхонь. Замкнені системи управління з контролем по шляху застосовують при обробці деталей по прямокутним циклам уздовж осей прямокутних координат, по черзі, і вони застосовуються в агрегатних верстатах та автоматичних лініях.

Підвищення якості обробки досягається зниженням швидкості рухаючого вузла при підході до точки зупинки, зниженням кінетичної енергії рухомих мас і скороченням шляху за інерцією. Розробка циклу роботи ведеться за допомогою циклограм, на яких за часом вказуються зміни стану системи управління. Управлінням циклом часто централізовано і зосереджується в датчику, який кінематично пов'язують з виконавчими вузлами для контролю шляху (переміщення).

Аналогові системи управління незамкнутого типу мають один потік інформації. У таких системах зі спеціальним приводом забезпечується дозовані переміщення виконавчого вузла, наприклад, храповим механізмом (рис.1.2). За допомогою храпового колеса і собачки можна переміщати робочий орган верстата на певну величину. Керуючий сигнал (імпульс) подається на електромагніт, переміщуючийся шток з собачкою на певну величину, регульовану заслінкою. Кількість імпульсів на електромагніт визначає величину переміщення з

достатньою точністю без другого потоку інформації. Аналогова система управління з приводом через мальтійський механізм використовується при повороті револьверної головки.

Система управління від кулачків, що обертаються безперервно або періодично (рис.1.3), забезпечує дозоване переміщення револьверного супорта і повернення його у вихідне положення.

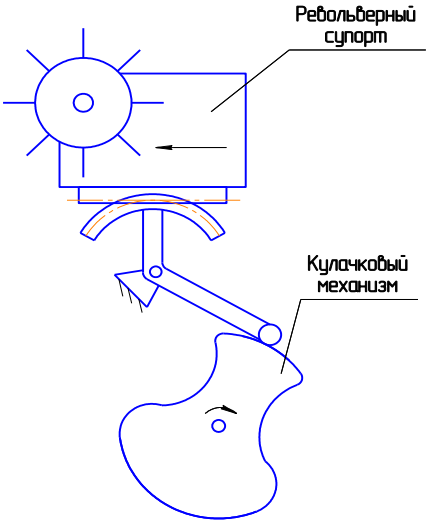

Рис.1.3 Система управління від кулачків.

За один оберт кулачка револьверний супорт здійснює один цикл дій. Змінюючи профіль кулачка, можна отримати будь-який закон змінення шляху і швидкості руху вузла протягом циклу і повторювати його вільне число разів. За цикл, привід здійснює переміщення, визначене профілем кулачка. Профіль кулачка повинен враховувати динамічні властивості механізму передачі руху і виключити заклинювання штовхача при куті нахилу профілю, близького до кута тертя штовхача і кулачка. Кулачки зазвичай керуються одним розподільним валом (РВ), що дозволяє точно синхронізувати рух кількох виконавчих вузлів, забезпечуючи потрібний кінематичний зв'язок для отримання необхідної траєкторії руху формоутворення. За один оберт розподільного валу забезпечується повний цикл обробки деталі. Кулачок є тяговим механізмом (частиною приводу) і одночасно програмоносієм.

Система управління з РВ дуже надійні, мають жорстку конструкцію і забезпечують високу точність повторення розмірів.

Копіювальні системи можуть бути у вигляді як замкнутих, так і незамкнутих систем управління. Копіювальні системи управління приренної дії (без підсилювача) аналогічна кулачковим системам, мають один потік інформації і програмоносій схожий на кулачок, повернутий на площину. Відмінність полягає в синхронізації руху робочих органів.

Принципова схема копіювальної системи управління приведена на рис.1.4. Поздовжні і поперечні ‘‘санчата’’ переміщюються по двум координатам одним загальним приводом поздовжніх санчат.

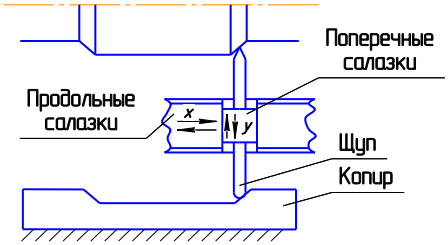

Рис.1.4 Принципова схема копіювальної системи.

Рух від приводу (координата х) називають провідним, а поперечний рух санчат (координата у) є наслідком переміщення щупа по копіру і називається слідкуючим рухом. Таку просту схему приміняють рідко через підвищений знос копіра і щупа. Крім того, в таких системах провідна і слідкуюча подачі незалежні, що призводить до різної подачі уздовж контуру, що впливає на якість обробки.

Зазначених недоліків позбавлені гідравлічні копіювальні системи, в яких сталість результативної подачі уздовж контуру обробки досягають налаштуванням дроселів. Управління по розбіжності положення щупа слідкуючого устрою і інструменту називають пропорційним керуванням. Застосовують управління по швидкості зміни неузгодженості (похідною зміщення щупа за часом). Таке управління називають диференціальним. Така система швидше реагує на зміну профілю копіра, а точність обробки збільшується.

Копіювальні системи досить складні, копіри дороги і їх виготовленню необхідно занадто багато роботи. При обробці складних деталей з кріволінійним профілем в умовах серійного виробництва вони витісняються системамистем з числовим програмним управлінням.

1.1 Системи числового програмного керування (ЧПК)

Числове програмне керування верстатом - управління обробкою заготовки на верстаті по керуючій програмі (УП), в якій дані задані в цифровій формі. УП - сукупність команд на мові програмування, відповідно заданим алгоритмом функціям верстата по обробці конкретної заготовки.

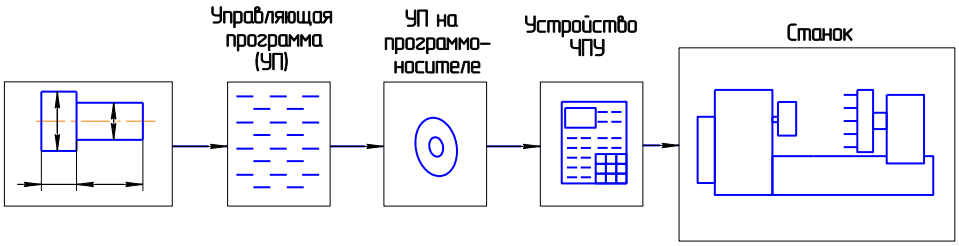

Рис 1.5 Система ЧПУ

Система ЧПУ - сукупність функціонально взаємопов'язаних і взаємодіючих технічних і програмних засобів, що забезпечують числове програмне управління (рис. 1.5). Пристрій ЧПУ - пристрій, що видає керуванню вплив на виконавчі приводи і механізми верстата, відповідно до УП та інформацією зворотного зв'язку.

За технологічною ознакою розрізняють позиційні і контурні системи ЧПУ. Позиційні системи ЧПУ забезпечують переміщення робочих органів верстата в окремі точки, при цьому траєкторія руху значення не має. Позиційне керування необхідно при виконанні свердлильной і розточної обробки. Контурні системи ЧПУ забезпечують управління переміщенням по заданій траєкторії і з заданою швидкістю подачі, в цьому випадку є безперервний функціональний зв'язок між переміщеннями робочих органів верстата по різним координатам. Контурне управління необхідно при виконанні фрезерної і багатьох видів токарної обробки. Багатоопераційні верстати з ЧПУ оснащуються комбінованими системами управління, що забезпечують як позиційне, так і контурне управління.

РОЗДІЛ 2
АНАЛОГО-ЦИФРОВЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ В ЦИФРОВИЙ КОД

При побудові перетворювачів переміщень в цифровий код використовуються тільки метод зчитування і метод послідовного рахунку. Слід зазначити, що при побудові таких АЦП використовуються різні фізичні явища, чим обумовлюється різноманіття елементів, що застосовуються в перетворювачах. У більшості випадків кодується кутове переміщення, оскільки в багатьох випадках лінійні переміщення за допомогою різних пристроїв перетворюються в кутові. Тому будемо розглядати перетворювачі кутових переміщень [5].

2.1 Перетворювачі зчитування.

Перетворювачі зчитування мають ту перевагу перед іншими, що мають пам'ять, не втрачають інформацію про параметри координати в якій вони знаходяться після знеструмлення електрообладнання. Для підтримки роботи системи зчитування необхідно мати $2n-1$ еталонів, з якими проводиться порівняння величини що перетворюється і стільки ж схем порівняння. Практично створюють кодові шкали, кількість яких дорівнює кількості розрядів коду, а число інтервалів між поділами окремих шкал визначається як $2i$, де i - номер цієї шкали, починаючи з нуля. Ціна найменшої поділки при цьому буде визначатися кроком квантування. Але число схем порівняння скоротиться з $2n-1$ до n.

Таким чином, в складі перетворювача повинні бути, як мінімум, кодові шкали і пристрої порівняння. Реально до складу такого АЦП входить ряд пристроїв посилення і перетворення сигналів, схеми зчитування та зберігання кодів, інші схеми.

Принцип дії перетворювачів кутового переміщення в код для простоти розглянемо на прикладі перетворювача з контактним зніманням кодового сигналу. Такі перетворювачі в даний час замінені, як більш надійними,

безконтактними: фотоелектричними та магнітними. Розрізняють перетворювачі з натискним і зі змінним контактами. Кодові шкали перетворювачів можуть бути дисковими або барабанними. На рис. 2.1 зображений кодовий диск, а на рис. 2.2 кодовий барабан чотири розрядного перетворювача.

Кодовий диск шкали являє собою концентричні кільця, що складаються з сукупності майданчиків що проводять і не проводять електричний струм и які чергуються. Кількість кілець дорівнює числу розрядів коду. Розміри майданчиків в кожному кільці однакові, а їх число визначається позицією даного розряду в коді. Всі провідні площадки електрично з'єднуються між собою і спеціальним кільцем, що є загальним струмоведучим елементом. Загальним струмоведучим елементом може бути матеріал диска, якщо диск виготовити з струмопровідного матеріалу.

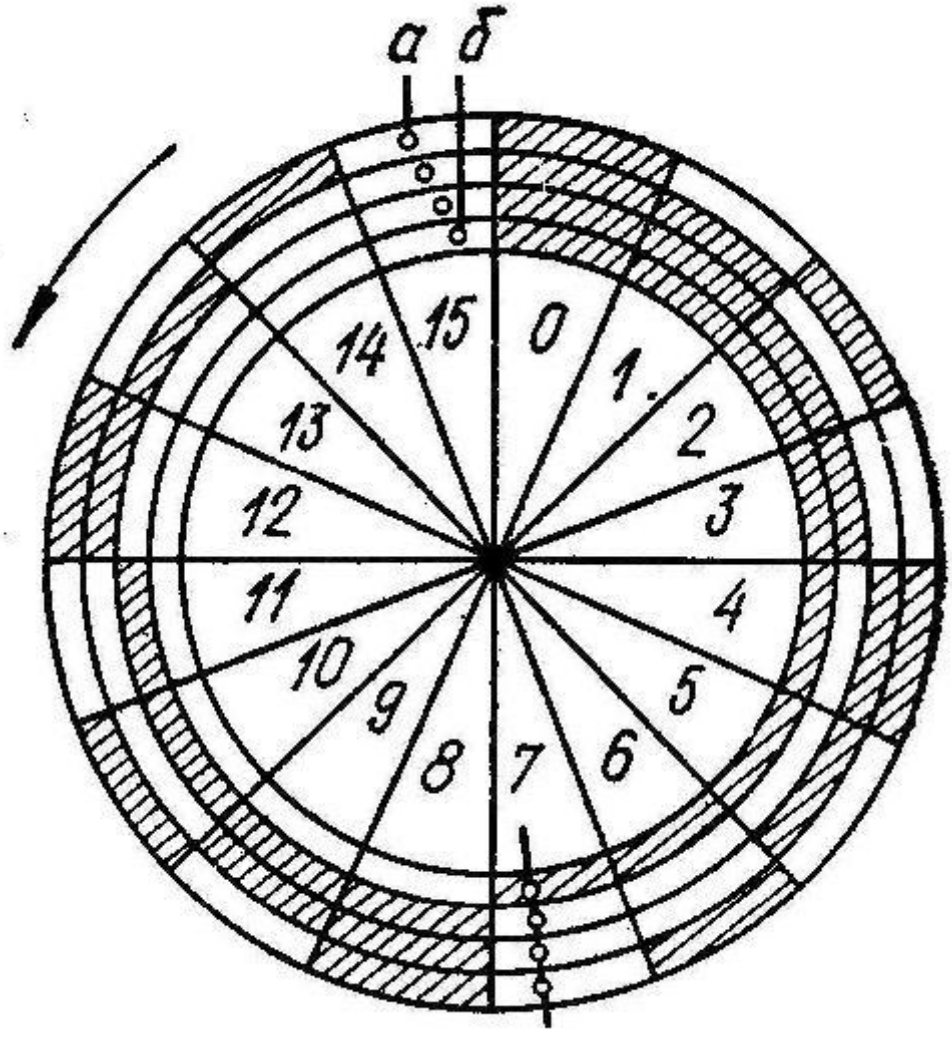

Рис. 2.1 Кодувальний диск

Зазвичай шкали молодших розрядів, що містять найбільшу кількість елементів, розташовуються на периферії диска, а шкали старших розрядів – ближче до центру. Це дає можливість при інших умовах збільшити розміри мінімального елемента на диску.

У перетворювачі з кодованим барабаном шкали виконуються у вигляді кілець, розташованих на поверхні барабана і складаються почергово з провідних і непровідних ділянок (рис. 2.1).

В якості чутливих елементів використовуються щітки – зйомники струму 1, розташовані над розрядними кільцями диска або барабана. При знаходженні зйомників струму на провідних ділянках у відповідних розрядах формуються одиниці. Якщо щітка знаходиться на ділянці, що не проводить струм, то в даному розряді буде нуль. Зазвичай зйомники струму розташовують на одній прямій, званої лінією зчитування. На диску лінія зчитування орієнтована по радіусу диска, на барабані – паралельно осі барабану.

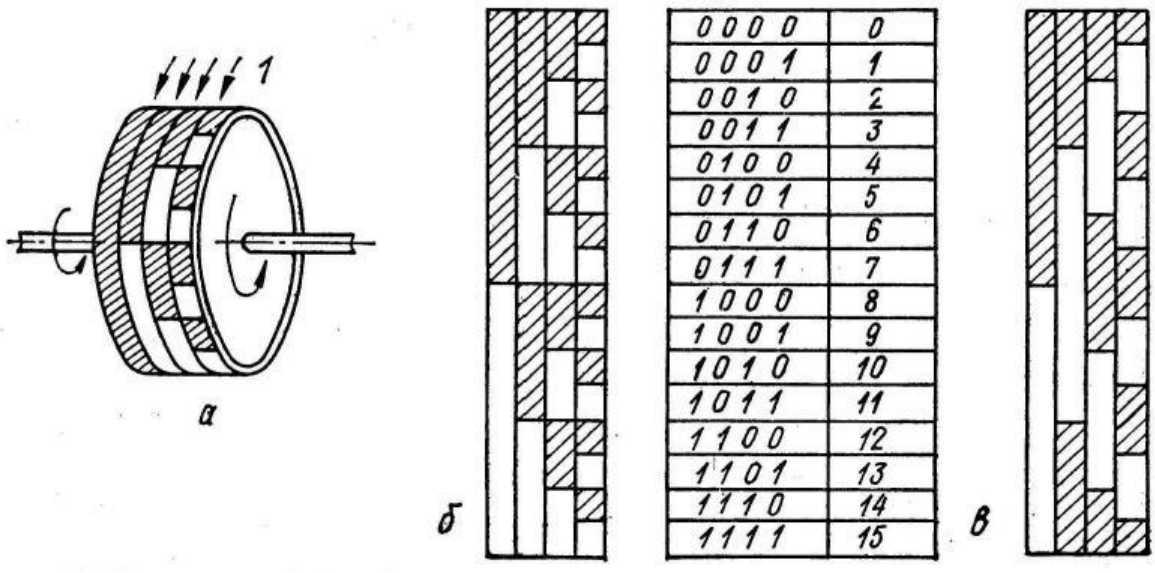

Рис. 2.2. Кодувальний барабан: *а* – конструкція, *б* – розгортка масок що кодують в бінарному коді і *в* – в коді Грея.

При використанні звичайних бінарних шкал з'являється небезпека виникнення помилкових кодів при переході від одного числа до іншого. Щоб

виключити це явище необхідно, щоб межа між числами була прямою лінією, а зйомники струму розташовувалися точно уздовж цієї лінії. В реальних умовах цього досягти не вдається внаслідок неминучого технологічного розкиду розмірів елементів диска або барабана і неточності установки знімачів струму. Внаслідок цього всі знімачі струму не будуть одночасно переходити межу між числами.

Припустимо диск (рис. 2.1) рухається в напрямку стрілки, а знімачі струму розташовані так, що їх крайні положення відповідають позиціям *а* й *б*. У початковому стані всі знімачі струму знаходяться на провідних ділянках і вихідний код буде відповідати 1111. Наступне значення коду має бути 0000 проте у міру переміщення диска знімачі струму перейдуть межу між числами не одночасно (спочатку знімачі струму старших розрядів, а потім молодших). В результаті цього код при такому переході буде по черзі приймати такі значення: 0111, 0011, 0001 у 0000 хоча кодує кут значень 7, 3,1 (в десятковій системі) не приймав. Помилка при цьому може досягати 50%. Аналогічна ситуація може мати місце при інших переходах від одного значення кута до іншого. Для того, щоб уникнути цього, використовуються спеціальні шкали дискретизації, що наносяться на диск з метою виключення можливості зчитування коду на межах між числами. У багатьох випадках використовують спеціальні види кодів, що відрізняються тим, що при переході від одного числа до іншого змінюється одиниця лише в одному з розрядів числа. До числа таких кодів відносяться так звані рефлексні коди, з яких в перетворювачах кутових переміщень використовується рефлексний бінарний код, який часто називають кодом Грея. Перетворення коду Грея зі звичайного бінарного проводиться за такими правилами. Якщо позначити бінарне число

$$a = a_n a_{n-1} \ldots a_i \ldots a_2 a_1 \qquad (2.1)$$

те ж число в коді Грея

$$b = b_n b_{n-1} \ldots b_i \ldots b_2 b_1 \qquad (2.2)$$

де a_i і b_i – значення коду (одиниця і нуль) в i-тому розряді, то значення розрядів в коді Грея визначається як сума по модулю 2 відповідних розрядів бінарного коду:

$$b_i = | a_{i+1} + a_i |_{\mathrm{mod}2} \qquad (2.3)$$

Перехід від коду Грея до бінарного коду здійснюється у відповідності з наступним виразом:

$$a_i = | \sum_{k=n}^{k=i} b_k |_{\mathrm{mod}2} \qquad (2.4)$$

Як видно з рис. 2.2, над кодової шкалою, побудованою з використанням коду Грея, відсутні переходи, які характеризуються одночасною зміною одиниць в декількох розрядах. Крім того, розміри елемента пам'яті шкали молодшого розряду вдвічі більше, ніж при звичайному бінарному коді, що дозволяє при однакових розмірах шкали реалізовувати вдвічі більшу роздільну здатність.

Після зчитування код Грея перетворюється в звичайний бінарний код за допомогою спеціальних пристроїв. Відповідність кодів представлено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1

Десятичное число	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Двоичный код	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
Код Грея	0000	0001	0011	0010	0110	0111	0101	0100	1100	1101	1111	1110	1010	1011	1001	1000

Крім перетворення в код Грея використовуються і інші методи кодування шкал, серед яких можна відзначити метод Баркера, що полягає у виборі елементів знімання на підставі аналізу молодшого розряду, метод подвійний щітки і ряд інших методів здійснення АЦП переміщення-код [5].

2.2 Фотоелектричні перетворення

Фотоелектричні перетворювачі в наш час дуже поширені в багатьох технічних системах. Це пояснюється тим, що при порівняно невеликих габаритах перетворювача реалізується висока точність перетворення. При цьому вони є безконтактними, що значно надійніше, дешевше в обслуговуванні мають набагато більший ресурс роботи. Крім того, такі перетворювачі мають малий момент

інерції і створюють невелику навантаження на вал, кут повороту якого кодується. Основним елементом перетворювача що кодує диск, виконаний з прозорого матеріалу (зазвичай оптичне скло), на якому нанесена кодова маска, що представляє собою поєднання прозорих і непрозорих ділянок.

В якості чутливих елементів використовуються фотоприймачі (фото діоди, фото транзистори і фото резистори) і джерела світла, зазвичай інфрачервоного спектра (ІК світло діоди), що розташовуються зазвичай по радіусу диска. Світло від джерела кодує диск і потрапляє на фотоприймачі. При освітленні фотоприймача через прозору ділянку диска формується одиниця даного розряду коду. Якщо фотоприймач перекритий непрозорою ділянкою, то в даному розряді формується нуль.

Найпростіша кодова маска з вигляду аналогічна маскам, представленим на рисунках 2.1 і 2.2. При цьому замість провідних і непровідних ділянок використовуються ділянки різної прозорості.

Для усунення проблем неоднозначності при переходах числових значень кута в таких перетворювачах також використовуються шкали з кодом Грея.

Вибір пари джерела світла - фотоприймач проводиться з умов узгодження спектральних характеристик. Як зазначено вище – це в основному інфрачервоні. Часто для підвищення надійності роботи застосовують модуляцію світлового потоку джерела світла.

Для фотоелектричних перетворювачів характерно відносно мала значення відношення корисного сигналу до шуму, оскільки фотоприймач працює при малих рівнях освітленості. Тому для підвищення відношення сигналу до шуму і надійності перетворювача в цілому як джерело світлового потоку до фотоприймача використовують світло діоди, а підведення світлового потоку до фотоприймача здійснюють за допомогою волоконно-оптичних джгутів з малими втратами світлової енергії. Це істотно підвищує надійність перетворювачів.

Фотоелектричні перетворювачі з одним диском дозволяють отримати роздільну здатність до 16-18 розрядів. Вони надійні, труднощі можуть виникнути лише через температурну стабільності параметрів фотоприймачів [5].

Крім фотоелектричних перетворювачів до безконтактних належать також індуктивні і трансформаторні перетворювачі. Їх конструкції відрізняються. До появи фотоелектричних, вони застосовувалися для перетворювачів переміщень і вважалися досить надійними пристроями. Але їх параметри відносини сигнал-шум, розміри, вартість, матеріаломісткість значно поступаються фотоелектричним перетворювачам. Тому такі перетворювачі в даний час використовуються рідше.

Існують ще кілька типів пристроїв кодування переміщення. Наприклад, перетворювачі з матричним кодуванням, де кодування положення чутливого елемента проводиться в прийнятій системі кодування. Але вони також відносяться до контактних і тому вважаються морально застарілими. До того ж похибки перетворення у них вищі, ніж у сучасних систем. Деякі характеристики перетворювачів переміщення в цифровий код, побудованих за методом зчитування представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.1

Вид преобразователя	Характеристика						
	Предельная разрешающая способность, квантов/мм	Отношение сигнал/помеха	Момент трения, г·см	Момент инерции (сравнительный)	Максимальная скорость вращения, об/мин	Срок службы в оборотах входной оси X10⁶	Стоимость (сравнительная)
Контактный	3	Более 20	15—20	малый	200	5	средняя
Фотоэлектрический	50	2—4	1	большой	500	100	малая
Индуктивный	0,8	3—4	1	средний	3000	100	средняя
Емкостный	0,5	2—4	1	малый	3000	нет данных	нет данных
Трансфлюксорный	2	5—10	1	средний	10 000	1000	средняя

2.3 Перетворювачі послідовного рахунку.

Перетворювачі послідовного рахунку на відміну від перетворювачів зчитування по конструкції простіші і більш компактніші, однак, вони не

володіють пам'яттю при знеструмленні перетворювача. Проте, такі перетворювачі знайшли широке застосування в сучасних технічних системах. Наприклад, комп'ютерний маніпулятор «миша», який швидко удосконалився в оптичну, змінивши принцип відбору інформації про переміщення. Принцип перетворення відносяться до групи накопичувачів. Інший принцип послідовного рахунку використовується в роботі дискових пристроїв комп'ютера. Але відрізняється тим, що відноситься до групи циклічних [5].

Таким чином, перетворювачі кутових переміщень послідовного рахунку діляться на дві групи: перетворювачі що накопичують і циклічні переворювачі. Перетворювачі першого типу(накопичувальні) вимірюють приріст кута, другого(циклічні) – повні значення кутового переміщення.

У перетворювачах типу що накопичують діапазон вимірювання вхідної величини умовно розбивається на поодинокі збільшення – кванти. Чутливий елемент виробляє сигнали при зміні кута більшому, ніж величина кванта. Підрахунок сигналів проводиться лічильником, в якому підсумовуються з урахуванням знака поодинокі збільшення. Недолік способу в тому, що в таких перетворювачах має місце можливість накопичення помилки при пропажі сигналів чутливого елемента. Ця помилка буде у всіх результатах кодування, а при наступних пропусках сигналів може навіть накопичуватися. Кодує диск такого перетворювача має певне (відповідно до розрядністю перетворювача) число окремих районів. Принцип роботи перетворювача що накопичує показаний на схемі рисунку 2.4. На скляному диску нанесена лічильна шкала, аналогічна шкалі молодшого розряду перетворювача зчитування. На другій доріжці нанесена допоміжна шкала, ідентична основнію, але зрушена на половину елемента шкали (кванта). Щодо періоду імпульсів це становить 90 електричних градусів. Шкали висвітлені джерелом, світло якого проходить через щілинну діафрагму Д. Диск закріплений на валі, кутове переміщення якого кодується. До складу перетворювача входять фотоприймачі Ф1 і Ф2, що формують сигнали при проходженні перед ними ділянок відповідних шкал. Коли перед фотоприймачем знаходиться прозора ділянка, на його виході буде сигнал високого рівня. Якщо

перед фотоприймачем знаходиться непрозора ділянка, рівень вихідного сигналу фотоприймача буде низьким. Тригери ТГ1 і ТГ2 формують із сигналів фотоприймачів прямокутні імпульси. Диференціюючий ланцюг Д1 формує короткі імпульси в моменти, коли непрозора ділянка змінюється на прозору (в моменти, відповідні позитивним перепадам сигналів ТГ1), а диференціюючийсь ланцюг Д2 в моменти відповідні негативним перепадам сигналу ТГ1 (заміна прозорої ділянки непрозорою). Вентилі (логічні І) В1 і В2 управляються позитивним перепадом напруги ТГ2 (що дозволяє потенціал) [5].

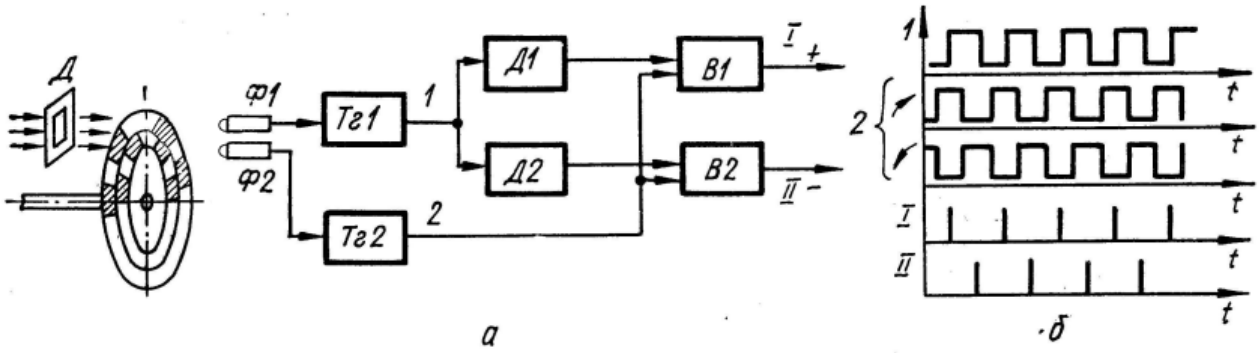

Рис. 2.4. Перетворювач кут-код що накопичує: *а* - функціональна схема; *б* - часові діаграми.

Приймемо рух диска за годинниковою стрілкою, відповідним збільшенням кута і підрахунки одиничних збільшень виробляються в момент зміни непрозорих ділянок прозорими, що відповідає появі сигналу на виході Д1.

При русі диска за годинниковою стрілкою, при даній конфігурації диска, послідовність імпульсів фотоприймача Ф2 буде випереджати по фазі послідовність імпульсів фотоприймача Ф1 (рис 2.4б). При цьому імпульси диференціюються, імпульси ланцюга Д1 будуть збігатися у часі з позитивними перепадами сигналів ТГ2 і проходити через В1 на підсумовуючий вхід реверсивного лічильника, код в якому буде наростати пропорційно зміні кодованого кута. Коли диск почне рухатися в протилежному напрямку, що буде відповідати зменшенню кута, код у лічильнику повинен зменшитися на одиницю щоразу при проходженні перед фотоприймачем Ф1 у тих точках диска, де при

позитивній зміні кута вироблялися імпульси, диференціювальним ланцюжком Д1. При реверсі диска це буде відповідати моментам зміни прозорих ділянок непрозорими, тобто моментам появи імпульсів на виході диференціювання ланцюжка Д2.

Коли диск рухається проти годинникової стрілки (кут зменшується), послідовність імпульсів на виході Ф2 буде відставати по фазі від послідовності імпульсів на виході Ф1 і, як видно з тимчасової діаграми, імпульси з виходу схеми Д2, що збігаються з роздільними сигналами ТГ2 пройдуть через В2 не віднімаючи вхід реверсивного лічильника, код в якому буде спадати. Імпульси ж з виходу ланцюга Д1 на вхід вентиля В1 не пройдуть, так як на його вході буде забороняти потенціал.

Таким чином, в даній схемі проводиться підрахунок одиничних змін кутового переміщення з урахуванням напрямку переміщення [5].

РОЗДІЛ 3
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОБОТИ З ВЕРСТАТОМ

Взагалі для роботи з верстатом ЧПУ програмне забезпечення складається з трьох основних програм. А саме з CAD, CAM і програмного забезпечення для розпізнання Gкоду та переведення його в відповідні сигнали на плату керування.

3.1 CAD ПРОГРАМА ДЛЯ СТВОРЕННЯ 3D МОДЕЛІ ВИРОБУ

CAD (англ. Computer-aided design) — технологія автоматизованого проектування, призначена для автоматизації технологічного процесу проектування виробу, результатом якого є комплект проектно-конструкторської документації, достатньої для виготовлення та подальшої експлуатації об'єкта проектування.

А взагалі програмне забезпечення CAD представляє собою середовище для створення тривимірних моделей деталей.

Основним програмним забезпечення яке використовувалось в ході проектування було AutoCAD 2018.

AutoCAD є світовим лідером серед рішень для 2D- і 3D-проектування. Будучи більш наглядним, 3D моделювання дозволяє прискорити проектні роботи і випуск документації, спільно використовувати моделі і розвивати нові ідеї. Для AutoCAD доступні тисячі налаштувань, що дозволяє задовольнити потреби самого широкого кола клієнтів.

AutoCAD 2018 дозволяє вирішувати найскладніші проектні проблеми. Засобами створення довільних форм, моделюються найрізноманітніші тіла і поверхні; час перевірки проектів значно скорочується; параметричні креслення допомагають тримати під рукою всю потрібну інформацію. Проектні ідеї можна

візуалізувати у форматі PDF, а також реалізовувати в макетах, одержуваних за допомогою 3D друку.

3.2 CAM ПРОГРАМА ДЛЯ СТВОРЕННЯ G-КОДУ ФРЕЗЕРУВАННЯ АБО ГРАВІРУВАННЯ

CAM (англ. Computer-aided manufacturing) - технологія автоматизованого виробництва, призначена для підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПУ. Дане програмне забезпечення використовує заздалегідь створену тривимірну модель для створення керуючої програми в вигляді G- коду.

Програмним забезпеченням для виконання даних функцій було вибрано Delcam ArtCAM 2009. Delcam ArtCAM - це програмний пакет для просторового моделювання, який дозволяє автоматично генерувати просторові моделі з плоского малюнка і отримувати по ним вироби на верстатах з ЧПУ.

ArtCAM 2009 в свою чергу пропонує потужний, легкий у використанні набір засобів моделювання, який надає дизайнерові свободу при створенні складних просторових рельєфів.

Додаткові модулі, що входять до складу ArtCAM 2009, дозволяють:

- імпортувати математичні моделі;

- імпортувати і використовувати моделі, отримані на лазерних і традиційних скануючих пристроях;

- використовувати унікальну бібліотеку просторових елементів; - створювати 3D рельєфи по плоскій геометрії;

- наносити об'ємну текстуру на деталі; - створювати моделі з напівтонових зображень;

- створювати КП для різних верстатів;

- контролювати масу, обсяг вироби і час роботи верстата до безпосереднього виготовлення.

Все це може бути об'єднано з рельєфами, згенерованими в ArtCAM 2009, щоб отримати більш складний дизайн. Такий набір модулів в ArtCAM 2009 поєднує швидкість і гнучкість без шкоди для творчості.

Закінчені конструкції можуть бути зафарбовані, щоб дати реалістичне уявлення про дизайн. Це дозволяє оцінити і прийняти або відкинути дизайн на екрані без необхідності виготовляти моделі на верстаті.

3.2 Програмне забезпечення для керування процесом виготовлення виробу

Останнє і найголовніше програмне забезпечення яке використовують це ArtSoft Mach3. Основним завдання даного ПЗ являється зчитати G-код створений заздалегідь та створити відповідні керуючі імпульси для коректної роботи верстата з ЧПУ.

Програмне забезпечення ArtSoft Mach3 призначена для управління ЧПУ верстатом. Програма встановлюється на IBM сумісний персональний комп'ютер з'єднаний з платою керування. Mach3 була розроблена американськими програмістами, як для професійного так і для аматорського використання, тому вона є найбільш поширеним програмним забезпеченням для верстатів з ЧПУ в світі. 51 Зм. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. СУ-41 6.050201.ПЗ.

Програма має широкий функціонал і відрізняється наглядним інтерфейсом. За допомогою Mach3 можливе управління наступними типами верстатів: токарськими, фрезерними, лазерними і плазмовими і гравірувальними.

ВИСНОВКИ

На основі зробленого літературного аналізу та отриманих експериментальних результатів можна зробити такі висновки:

1. Основними характеристиками верстатів з ЧПУ є швидкість, точність, продуктивність. Верстати мають дуже широку класифікацію: токарні верстати, фрезерні верстати, свердлильно-розточувальні верстати, шліфувальні верстати, електроерозійні верстати.
2. Необхідна система електроніки для ЧПУ включає в себе: контролер крокового двигуна, джерело живлення контролера крокового двигуна, кроковий двигун.
3. В процесі розробки аналого-цифрових пристроїв виділяються два етапи. На першому етапі, який можна назвати структурним проектуванням, завданий неформально алгоритм розроблювач представляється у вигляді послідовності деяких операторів, таких, як одержання результату, перерахунок, перетворення коду, передача інформації. При цьому використовується обмежений набір загальноприйнятих операторів.
4. Існують два різновиди програмного керування : дискретне – для виконання базових функцій. Його використовують для роботи на верстаті з базовими функціями; контурне – за допомогою цього виду відбувається виконується складна обробка деталі. Такі пристрої керування використовуються для роботи токарного та фрезерного обладнання.
5. Для роботи з ЧПУ верстатами використовуються такі програми , як: Mach3, Cut3-2D, Espire, Photovcarve.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зельдин Е.А. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре.– Л: Энергоатомиздат, 1986.- 280 с.
2. http://manzhilevskyy.vk.vntu.edu.ua/file/e8cadd851f77f91b58cde413e3b73783.pdf
3. http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2019/Sedinkin_2005_214.pdf
4. Зубчук В.И. и др. Справочник по цифровой схемотехнике. – К. Техника, 1990.
5. Абакумов В.Г. Электронные промышленные устройства. Киев, изд. ”Вища школа”, 1978, 376 с.
6. Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги: Справочник. Том 7./А. В. Нефедов. - М.:ИП “РадиоСофт”, 1998г. - 640с.:ил.
7. http://lib.sumdu.edu.ua/library/docs/rio/2005/k410137.pdf
8. У. Титце К. Шенк Полупроводниковая схемотехника. Перевод с немецкого М.: ”Мир”. 1982
9. Орнадский П.П. Автоматические измерения и приборы. - К.; Техника,1990 - 448с.
10. http://www.know-house.ru/info_new.php?r=engineering&uid=712 – Класификацыя лифтов, дата доступу: 17.05.2018р.
11. http://www.liftspas.ru/read/5/5-tehnicheskaya-harakteristika-liftov.html - технические характеристики лифтов, дата доступу: 12.05.2018 р.
12. http://mash-xxl.info/info/633461/ - Энциклопедия по машиностроению XXL, дата доступу: 26.05.2018 р.